

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIA FERNANDA DA CRUZ CANEPARO

Efeito da temperatura na reprodução, ciclo de vida e consumo de *Euspilotus azureus*
(Sahlberg, 1823) (Coleoptera, Histeridae), uma espécie de interesse forense

CURITIBA

2013

MARIA FERNANDA DA CRUZ CANEPARO

Efeito da temperatura na reprodução, ciclo de vida e consumo de *Euspilotus azureus*
(Sahlberg, 1823) (Coleoptera, Histeridae), uma espécie de interesse forense

Dissertação apresentada à Coordenação do
Programa de Pós-graduação em Ciências
Biológicas, Área de concentração em
Entomologia, Universidade Federal do Paraná
como quesito parcial para a obtenção do Título
de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lúcia Massutti de Almeida
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Marta Luciane Fischer

CURITIBA

2013

DEDICO

À Sophie e Maria do Carmo.

“When you have eliminated the impossible,
whatever remains,
however improbable,
must be the truth”

Sherlock Holmes -The Sign of Four
(Sir Arthur Conan Doyle)

AGRADECIMENTOS

Agradeço muito às minhas orientadoras Prof^a Dr^a Lúcia Massutti de Almeida e Prof^a Dr^a Marta Luciane Fischer pela orientação, oportunidade, paciência, confiança, disponibilidade, carinho, incentivo, genialidade nas ideias e amizade. Beijos coloridos*

À Universidade Federal do Paraná e ao curso de Pós-graduação em Entomologia pela estrutura e oportunidade de desenvolver a dissertação. Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado. Ao Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR pela realização da microscopia eletrônica de varredura e pelas imagens fornecidas.

Ao Especialista Gerardo Arriagada pela ajuda na identificação de *Euspilotus azureus*. Ao Prof. Dr. Mauricio Osvaldo Moura pelo auxílio com a estatística, considerações na dissertação e disposição sempre bem humorada. À Dra. Carla de Lima Bicho pelas sugestões na dissertação e disposição de vir para a banca.

Ao M.Sc. Rodrigo Corrêa por me ensinar o que sei sobre Coleoptera forense, por todo apoio constante e amizade! Ao coleopterólogo forense Dr. Kleber Mise pela parceria, conselhos e ensinamentos. À Sirlei Rothe pelo carinho e disposição na criação! Obrigada aos três pela ajuda nas coletas e monitoramento na sala de BODs!

Ao Dr. Fernando Leivas pela amizade, preocupação, disponibilidade, pela dissecação da genitália e pelas sugestões na dissertação. Ao M.Sc. Daniel Moura (nhó!) pela amizade, paciência, pelas trocas de ideias, pelo auxílio com a morfologia básica de Histeridae.

À M.Sc. Melise Lecheta pelo auxílio com o R (que não nos compreende), por me salvar na criação e repassar todos os ensinamentos acerca de *Sarconesia chlorogaster*.

Ao grupo de Entomologia Forense da UFPR pela incansável parceria e incrível contribuição para minha formação forense.

À M.Sc. Bruna Macari pelas tabelas e pela Sula! À Paula dos Santos (=Time!) pela dissecação da genitália. À Thaysa Kruger pelo Combine.

Ao carinho, apoio fantástico e amizade das bolinhas acadêmicas que não foram citadas anteriormente: M.Sc. Mário Guedes, M.Sc. Camila Castro-Guedes, Betina Westphal-Ferreira e M.Sc. Karine Vairo. Aos colegas do Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera, PgEnto e da minha turma. À Mariana Blond Ordine pela compreensão, amor e incomparável torcida!

Ao apoio e amor de toda minha família. Ao meu pai e à minha Mê-drasta por entender a ausência nos domingos. À torcida e energia positiva, que dá para sentir daqui: Lá, Thi e Sophie. À minha prima de coração Déboga pela vibe positiva. Ao meu maridinho Marcos Pratt pelas tardes intermináveis abrindo potinhos, pelas fotos, paciência, amor e compreensão. À minha mãe Maria Inês, por tolerar minha intolerância, ter paciência com a minha impaciência, pelo incentivo e amor in-con-di-ci-o-nal!

E à todos não mencionados por falha minha, mas que de alguma forma contribuíram com o trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	vi
RESUMO.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO GERAL	3
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6

CAPÍTULO I

Efeito da temperatura no comportamento reprodutivo de *Euspilotus azureus* (Sahlberg, 1823)
(Coleoptera, Histeridae)

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Específicos	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Obtenção e manutenção da criação de <i>Euspilotus azureus</i>	14
3.1.1. Criação suporte de Diptera.....	15
3.2. Criação estoque de <i>Euspilotus azureus</i>	16
3.3. Dissecção da genitália do macho e fêmea de <i>Euspilotus azureus</i>	17
3.4. Comportamento de cópula de <i>Euspilotus azureus</i>	17
3.5. Procedimentos estatísticos	19
4. RESULTADOS	19
4.1. Terminália do macho e da fêmea de <i>Euspilotus azureus</i>	19
4.2. Descrição dos comportamentos reprodutivos de <i>Euspilotus azureus</i>	21
4.2.1. Percepção	21
4.2.2. Reconhecimento do co-específico.....	22
4.2.3. Cortejo.....	23
4.2.4. Cópula	24
4.2.5. Pós-cópula	24
5. DISCUSSÃO	27
6. CONCLUSÃO.....	32
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

CAPÍTULO II

Influência da temperatura no ciclo de vida de *Euspilotus azureus* (Sahlberg, 1823)
(Coleoptera, Histeridae)

1. INTRODUÇÃO	41
2. OBJETIVOS	42
2.1. Específicos	42
3. MATERIAL E MÉTODOS	43
3.1. Criação estoque de <i>Euspilotus azureus</i>	43
3.2. Tempo de desenvolvimento de <i>Euspilotus azureus</i>	43
3.3. Procedimentos estatísticos	44
4. RESULTADOS	44
5. DISCUSSÃO	47
6. CONCLUSÃO.....	51
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

CAPÍTULO III

Influência da temperatura no consumo alimentar e comportamento de forrageamento de
Euspilotus azureus (Sahlberg, 1823) (Coleoptera, Histeridae)

1. INTRODUÇÃO	58
2. OBJETIVOS	59
2.1. Específicos	59
3. MATERIAL E MÉTODOS	59
3.1. Criação estoque de <i>Euspilotus azureus</i>	60
3.2. Consumo alimentar em <i>Euspilotus azureus</i>	60
3.3. Comportamento de forrageamento em <i>Euspilotus azureus</i>	61
3.4. Procedimentos estatísticos	61
4. RESULTADOS	61
4.1. Consumo alimentar em <i>Euspilotus azureus</i>	62
4.2. Descrição dos comportamentos de forrageamento de <i>Euspilotus azureus</i>	62
4.2.1. Percepção	62
4.2.2. Reconhecimento da presa.....	63
4.2.3. Ataque	64
4.2.4. Consumo da presa	65
5. DISCUSSÃO	70

6. CONCLUSÃO.....	74
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
----------------------------------	-----------

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Efeito da temperatura no comportamento reprodutivo de *Euspilotus azureus* (Sahlberg, 1823) (Coleoptera, Histeridae)

- Figura 1** - Remanescente florestal “Mata Viva”, Centro Politécnico UFPR, Jardim das Américas, Curitiba. (A) Área de coleta de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae) e *Sarconesia chlorogaster* (Diptera, Calliphoridae). Coordenadas: -25.445290, -49.233127. Fonte: <https://maps.google.com>.....15
- Figura 2** - Armadilha modificada de Ferreira (1978) utilizada para coleta de *Sarconesia chlorogaster* (Diptera, Calliphoridae). Foto: Melise Lecheta.....15
- Figura 3** - Fluxograma representativo da criação de *Sarconesia chlorogaster* (Diptera, Calliphoridae), para obtenção de postura e larvas e adultos.16
- Figura 4** - Fluxograma representativo da obtenção de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae), para os experimentos de comportamento reprodutivo17
- Figura 5** - Dimorfismo sexual de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae). Cerdas na porção ventral dos tarsômeros dos machos em forma de espátula (A) e na fêmea spiniforme (B)18
- Figura 6** - Fluxograma esquemático para ilustrar a procedência de machos e fêmeas de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae)18
- Figura 7** - Genitália do macho de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae): (A) 8°. esternito e tergito (vista dorsal); (B) 9°. e 10°. tergitos (vista dorsal); (C) edeago e 9°. esternito (vista lateral)20
- Figura 8** - Genitália da fêmea de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae). Esp: espermateca; Gesp: glândula espermática; OC: oviduto comum; BC: bursa copulatrix.20
- Figura 9** - Genitália da fêmea de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae). (A) Coxitos (vista ventral); (B) espermateca (Esp) (vista ventral) (GEsp).....21
- Figura 10** – Etograma dos padrões motores do comportamento reprodutivo de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae). Frequência dos padrões motores representada pelas linhas. Temperaturas representadas pelos polígonos, sendo que os pretos são estatisticamente maiores que os brancos. Padrões motores do macho em azul, fêmea em vermelho e cópula em preto.....26

CAPÍTULO II

Influência da temperatura no ciclo de vida de *Euspilotus azureus* (Sahlberg, 1823)
(Coleoptera, Histeridae)

Figura 1 - Esquema da metodologia para a obtenção de ovos e acompanhamento do ciclo de vida de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae) em diferentes temperaturas.....44

CAPÍTULO III

Influência da temperatura no consumo alimentar e comportamento de forrageamento de *Euspilotus azureus* (Sahlberg, 1823) (Coleoptera, Histeridae)

Figura 1 – Esquema da metodologia utilizada no experimento de capacidade de consumo alimentar dos diferentes estágios de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae) em diferentes temperaturas.....60

Figura 2 - Etograma dos padrões motores do comportamento de forrageamento da larva de primeiro instar (L1) de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae). Frequência dos padrões motores representada pelas linhas. Temperaturas representadas pelos polígonos, sendo os pretos estatisticamente maiores que os brancos.....67

Figura 3 - Etograma dos padrões motores do comportamento de forrageamento da larva de segundo instar (L2) de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae). Frequência dos padrões motores representada pelas linhas. Temperaturas representadas pelos polígonos, sendo os pretos estatisticamente maiores que os brancos.....68

Figura 4 - Etograma dos padrões motores do comportamento de forrageamento dos adultos (A) de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae). Frequência dos padrões motores representada pelas linhas. Temperaturas representadas pelos polígonos, sendo os pretos estatisticamente maiores que os brancos.....69

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Efeito da temperatura no comportamento reprodutivo de *Euspilotus azureus* (Sahlberg, 1823) (Coleoptera, Histeridae)

Tabela I. Duração média em segundos; mediana \pm desvio padrão (N; intervalo de variação) de cada fase do comportamento reprodutivo de <i>Euspilotus azureus</i> (Coleoptera, Histeridae), em quatro temperaturas.....	25
--	-----------

CAPÍTULO II

Influência da temperatura no ciclo de vida de *Euspilotus azureus* (Sahlberg, 1823) (Coleoptera, Histeridae)

Tabela I. Duração média (dias); mediana \pm desvio padrão (N; intervalo de variação) de cada estágio de desenvolvimento de <i>Euspilotus azureus</i> (Coleoptera, Histeridae) em quatro diferentes temperaturas.....	45
--	-----------

Tabela II. Sobrevivência de ovo a larva de primeiro instar (L1) e de L1 a larva de segundo instar (L2); mediana \pm desvio padrão (N; intervalo de variação) de <i>Euspilotus azureus</i> (Coleoptera, Histeridae) sob quatro temperaturas, fotoperíodo 12 horas e UR $65\pm 10\%$.....	46
--	-----------

Tabela III. Porcentagem de ovos viáveis, média de posturas, média de ovos por postura, média de ovos por fêmea \pm desvio padrão de <i>Euspilotus azureus</i> (Coleoptera, Histeridae) sob quatro temperaturas, fotoperíodo 12 horas e UR $65\pm 10\%$.....	46
--	-----------

CAPÍTULO III

Influência da temperatura no consumo alimentar e comportamento de forrageamento de *Euspilotus azureus* (Sahlberg, 1823) (Coleoptera, Histeridae)

Tabela I. Frequência média do consumo diário de <i>Euspilotus azureus</i> (Coleoptera, Histeridae) mantidos em quatro temperaturas	62
---	-----------

Tabela II. Duração média (segundos); mediana \pm desvio padrão (N; intervalo de variação) de cada categoria comportamental de forrageamento de <i>Euspilotus azureus</i> (Coleoptera, Histeridae), mantidos em quatro temperaturas	66
--	-----------

RESUMO

Efeito da temperatura na reprodução, ciclo de vida e consumo de *Euspilotus azureus* (Sahlberg, 1823) (Coleoptera: Histeridae), uma espécie de interesse forense.

A entomofauna associada à carcaça é comumente utilizada na Entomologia Forense para estimar o intervalo pós-morte (IPM). Coleoptera é uma das ordens de maior interesse forense, sendo que *Euspilotus azureus* destaca-se dentre as espécies de Histeridae mais coletadas em carcaças na América do Sul. Entretanto, pouco se conhece acerca de sua biologia. Tendo em vista que *E. azureus* ocorre em países de amplo território e com diferentes biomas, hipotetiza-se que a espécie não seja limitada pela temperatura. Para tanto, três experimentos foram desenvolvidos nas temperaturas 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C, com objetivo de avaliar o efeito da temperatura no seu ciclo de vida. O primeiro experimento consistiu na avaliação morfológica da genitália e caracterização do comportamento reprodutivo; o segundo no acompanhamento do ciclo de vida do ovo ao adulto; e no terceiro o consumo da presa e forrageamento. Os resultados do presente estudo evidenciaram o efeito da temperatura sob o ciclo de vida e duração das categorias comportamentais, limitando o desenvolvimento nas temperaturas extremas (10°C e 35°C). A frequência e duração das categorias comportamentais de reprodução foram influenciadas pela temperatura, a percepção do co-específico foi mais demorada em 15°C ($38,1 \pm 10,6$ segundos), o reconhecimento foi mais rápido nas temperaturas altas (25°C e 30°C), o tempo de cortejo foi menor em 25°C ($29,2 \pm 16,7$ segundos) e 30°C ($30,3 \pm 13,1$ segundos) do que em 15°C (37 ± 8 segundos). Foi possível inferir que o comportamento de guarda, limpeza do trato reprodutor e competição espermática parecem ser mecanismos inviáveis para a estratégia reprodutiva adotada por *E. azureus*. O tempo de desenvolvimento de ovo a adulto foi maior em temperaturas mais baixas, em média 54,8 dias. A frequência de viabilidade dos ovos foi menor em 30°C, entretanto a frequência de posturas foi maior em 25°C ($10 \pm 2,7$) e 30°C ($9 \pm 2,2$). A longevidade dos adultos foi maior à 15°C, em média $44,3 \pm 18,9$ dias (fêmea) e $46 \pm 19,5$ dias (macho). Respostas tais como as médias de oviposição, ovos por postura e tempo de desenvolvimento, sugerem que as temperaturas mais altas sejam mais favoráveis para a espécie. A frequência do consumo diário foi menor em 15°C para fêmeas (0,34 presas) e larvas L2 (0,26 presas). A frequência de padrões motores exibidos por larvas e adultos foi afetada pela temperatura, entretanto a duração do forrageamento foi afetada apenas na categoria comportamental de reconhecimento, diferindo entre as temperaturas mais baixas (15°C e 20°C) e altas (25°C e 30°C). As informações do presente estudo responderam a pergunta inicial indicando que a temperatura afeta os aspectos do comportamento reprodutivo, ciclo de vida, e forrageamento. Os dados do presente estudo sugerem que *E. azureus* apresenta um repertório comportamental essereotipado, comum em espécies com perfil ecológico oportunista.

Palavras-chave: Categorias comportamentais, ontogenia, predador, Saprininae, tabela de vida.

ABSTRACT

Temperature affecting on reproduction, life cycle and predation of forensically important beetle, *Euspilotus azureus* (Sahlberg, 1823) (Coleoptera, Histeridae).

The carrion insects are commonly used in forensic entomology to estimate the time since death, as known as post-mortem interval (PMI). Coleoptera is one of two orders of most forensic matter, and *Euspilotus azureus* (Histeridae) stands out among the species most collected in carcasses from South America, but little is known about the behavior and life cycle. Considering that *E. azureus* occurs in countries with vast territory and diversification of biomes, the hypothesis of this study is that the species is not limited by temperature. For this purpose, three experiments were developed under the temperatures 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C and 35°C in order to evaluate the effect of temperature on the life cycle of *E. azureus*. The first experiment was the genitalia morphological characterization and reproductive behavior, the second was monitoring the life cycle from egg to adult, and the third consume and predation behavior. The results obtained stands out the effect of temperature on life cycle and duration of behavioral categories, therefore extreme temperatures (10°C and 35°C) limits the development. The temperature affects the frequency and duration of mating behavior, the perception was longstanding at 15°C ($38,1 \pm 10,6$ seconds), the recognition was faster at 25°C and 30°C, the courtship duration was minor at 25°C ($29,2 \pm 16,7$ seconds) and 30°C ($30,3 \pm 13,1$ seconds) then at 15°C (37 ± 8 seconds). Guarding behavior and spermiatic competition are probably not an option for *E. azureus* sexual strategy. The delopmental time from egg to adult was longer at low temperatures (54,8 days). Egg viability was minor at 30°C, therefore the oviposition frequency was higher at 25°C ($10 \pm 2,7$) and 30°C ($9 \pm 2,2$). Adult longevity was higher at 15°C, female survived $44,3 \pm 18,9$ days and male $46 \pm 19,5$. Responses such as oviposition and developmental time suggest that higher temperatures are optimal for the species. Predation frequency per day was lower in L2 larvae (0,26 preys) and female (0,34 preys) at 15°C. The duration of feeding behavior frequency were affected by temperature only in recognition, among lower (15°C and 20°C) and higher (25°C and 30°C) temperatures. The information from this study answered the original question indicating that temperature affects the reproductive behavior, life cycle, and foraging. The initial hypotheses were supported. Data from this study suggest that *E. azureus* has a stereotyped behavioral repertoire, common species with opportunist ecological profile.

Key-words: Comportamental category, life table, ontogeny, predator, Saprininae.

INTRODUÇÃO GERAL

Entomologia Forense

A Entomologia Forense consiste em um campo das Ciências Forenses no qual o conhecimento da biologia e ecologia de insetos é aplicado para solucionar problemas de cunho legal (Catts & Goff 1992, Gredilha & Lima 2007). A entomologia forense é subdividida em três categorias, de acordo com Lord & Stevenson (1986): urbana, de produtos estocados e médico-legal. No aspecto urbano, a presença de insetos pode prejudicar a compra e venda de imóveis ou danificar construções. Na área de produtos estocados, há contaminação de reservatórios de alimentos e de artigos armazenados. Já na categoria médico-legal, os insetos podem ser utilizados para estimar o intervalo pós-morte (IPM), além de prover informações complementares relacionadas ao crime (Lord & Stevenson 1986, Benecke & Lessig 2001)

O primeiro relato da utilização de insetos como instrumento forense consistiu na resolução de um homicídio do século XIII, na China, no qual o assassino foi revelado por sua ferramenta de trabalho conter resquícios de sangue e atrair muitas moscas (Catts & Goff 1992, Benecke 2001, Pujol-Luz *et al.* 2008). A partir de 1850, surgiram as primeiras pesquisas efetivas na área forense, especialmente na França e Alemanha. Essa ciência se tornou mundialmente conhecida através do livro sobre a fauna cadavérica de Mégnin (1984).

O conceito rapidamente se espalhou para o Canadá e Estados Unidos e os avanços gerais em taxonomia e ecologia de insetos colaboraram para a utilização da entomofauna na determinação do IPM (Benecke 2001). Os principais responsáveis por pesquisas na Europa Central na década de 1960 e 80 foram Leclecq e Nuorteva e estudos básicos ligados à forense foram iniciados desde então (Benecke 2001). As relações entre a polícia investigativa e a entomologia forense tem se tornado cada vez mais fortes no decorrer da última década, fato que subsidia a produção de diversas pesquisas realizadas mundialmente (Kulshrestha & Sapathy 2001, Benecke & Lessing 2001, Barreto *et al.* 2002, Archer 2003, Grassberger & Reiter 2003, Klotzbach *et al.* 2004, Tabor *et al.* 2004, Arnaldos *et al.* 2005, Jong & Hoback 2006, Ikeda *et al.* 2007).

Os pioneiros a abordar a entomologia forense no Brasil foram Edgard Roquette-Pinto e Oscar Freire em 1908 (Pujol-Luz *et al.* 2008). Entretanto, somente nas últimas

décadas houve um maior enfoque dos pesquisadores brasileiros em decomposição, sucessão entomológica, biologia e taxonomia da fauna cadavérica (Monteiro-Filho & Penereiro 1987, Moura *et al.* 1997, Souza & Linhares 1997, Carvalho *et al.* 2000, Carvalho & Linhares 2001, Carvalho *et al.* 2004, Gomes & Von Zuben 2005, Moura *et al.* 2005, Gomes *et al.* 2006, Mise *et al.* 2007, Carvalho & Mello-Patiu 2008).

Os diferentes estágios da decomposição (Méglin 1894, Bornemissza 1957, Payne 1965) atraem diferentes tipos de insetos, caracterizados como entomofauna, os quais utilizam a carcaça como sítio de reprodução e fonte alimentar, colonizando-a de forma sequencial, promovendo a sucessão entomológica (Catts & Goff 1992). A entomofauna cadavérica apresenta Diptera e Coleoptera como as duas ordens de maior importância. A ordem Diptera ainda é a mais abordada em estudos forenses no Brasil, provavelmente por seus representantes aparecerem no início da decomposição (Smith 1986). Porém, além de Coleoptera ser a ordem com maior diversidade de espécies dentro de Insecta, a evidência mais indicada para determinar as circunstâncias da morte e o IPM em casos de decomposição avançada (Kulshrestha & Satpathy 2001).

Estudos forenses acerca da entomofauna associada à carcaças no Brasil já citaram Histeridae como uma das famílias de interesse forense (Monteiro-Filho & Penereiro 1987, Carvalho & Linhares 2001, Carvalho *et al.* 2000, Mise *et al.* 2007, Mise *et al.* 2010).

Histeridae Gyllenhal, 1808

A família Histeridae contém aproximadamente 4.300 espécies descritas e é constituída por 11 subfamílias, sendo elas Niponiinae, Onthophilinae, Chlamydopsinae, Dendrophilinae, Abraeinae, Trypanaeinae, Trypeticinae, Saprininae, Tribalinae, Histerinae e Hetaeriinae (Mazur 2011).

Os histerídeos habitam múltiplos ambientes, como fezes, cadáveres, fungos, vegetação em decomposição (Mazur 2005), além de viverem em simbiose com outros animais, podendo ser encontrados em ninhos de aves e tocas de mamíferos ou répteis e junto a formigas e cupins (Kovarík & Caterino 2001). Essa diversidade de hábitos está relacionada com a grande variedade morfológica presente na família (Caterino & Vogler 2002). De acordo com Mazur (2005), tal diversidade morfológica e sucesso evolutivo devem-se ao fato dos ancestrais desses besouros terem se adaptado para predação das larvas de Diptera que habitam organismos em decomposição. As espécies de

Histeridae são encontradas nos estágios iniciais da decomposição cadavérica (Rodriguez & Bass 1983; White 1983; Kovarik & Caterino 2001; Mise *et al.* 2007) e apesar de apresentar importância forense, pouco se sabe sobre sua biologia (Geden & Axtell 1988, Summerlin *et al.* 1991).

***Euspilotus azureus* (Sahlberg, 1823)**

Euspilotus é um dos gêneros mais significativos de Histeridae em estudos forenses (Carvalho *et al.* 2000, Carvalho & Linhares 2001, Mise *et al.* 2007, Bajerlein *et al.* 2011). Essas são relatadas em diversos estudos no Brasil, especialmente nas áreas forenses urbana: *E. rubriculus* (Marseul, 1855) encontrado nas granjas, associados a excrementos de aves poedeiras (Bicho *et al.* 2005; Pinto *et al.* 2007, Pinto *et al.* 2009); e médico-legal: *E. azureus*, *E. azurescens* (Marseul, 1855), *E. assimilis* (Paykull, 1811) encontrados em cadáveres (Souza & Linhares, 1997; Tabor *et al.* 2004; Mise *et al.* 2007, Mise *et al.* 2010). Dentre os Histeridae que ocorrem em carcaça, esse gênero se destacou como o terceiro mais abundante na América do Sul, sendo *E. azureus* uma das espécies mais coletadas (D. P. Moura *comunicação pessoal*).

Exemplares de *Euspilotus* do grupo “azureus” foram encontrados em abundância em carcaças em Curitiba (Mise *et al.* 2007) e Manaus (Mise *et al.* 2010). Esses foram assim identificados pela dificuldade de obtenção de chaves e estudos recentes, bem como por um problema nomenclatural envolvendo *E. nigrita* (Blanchard, 1843), que representava uma possível sinonímia. *Euspilotus azureus* ocorre na Venezuela, Argentina, Chile, Guiana Francesa e Brasil (Mazur 2011, Aballay *et al.* 2012, Degallier *et al.* 2012) e apesar da sua relevância forense, pouco se conhece sobre seus hábitos e aspectos comportamentais específicos.

Partindo do fato que *E. azureus* apresenta ampla distribuição, sendo registrada em países de grande extensão territorial (Mazur 2011, Aballay *et al.* 2012, Degallier *et al.* 2012), hipotetiza-se que a variação de temperatura não seja um fator que limite a reprodução, o desenvolvimento e a predação realizada por essa espécie. Esses aspectos podem auxiliar na compreensão do perfil ecológico e na estratégia reprodutiva adotada pela espécie, refletindo na sua interação e colonização da carcaça sobre diferentes condições abióticas, além de poder proporcionar informações para estimativa do IPM por meio do tempo de desenvolvimento.

Tendo em vista a ocorrência de *E. azureus* em carcaça sob diferentes condições climáticas (Mise *et al.* 2007, Mise *et al.* 2010), hipotetiza-se que essa espécie possa adequar seu comportamento copulatório às diferentes temperaturas (Capítulo I), bem como possa ajustar a duração do desenvolvimento pós-embrionário (Capítulo II) e seu consumo alimentar (Capítulo III). O primeiro capítulo buscou testar o efeito da temperatura no comportamento reprodutivo visando compreender a estratégia reprodutiva adotada, por meio da análise da morfologia da genitália e dos aspectos comportamentais reprodutivos de *E. azureus* em diferentes temperaturas. No segundo capítulo foi avaliada a influência da temperatura no ciclo de vida, com objetivo de entender o efeito de fatores abióticos na oviposição, no tempo de desenvolvimento e na longevidade. No terceiro capítulo, o consumo alimentar e o comportamento de forrageamento foram analisados em diferentes temperaturas com intuito de avaliar o quanto a temperatura e dieta afetam o repertório comportamental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aballay FH, Arriagada G, Flores GE, Centeno ND. 2012. An illustrated key to and diagnoses of the species of Histeridae (Coleoptera) associated with decaying carcasses in Argentina. **ZooKeys** **261**: 61–84.
- Archer MS. 2003. Annual variation in arrival and departure times of carrion insects at carcasses: implications for succession studies in forensic entomology. **Journal of Forensic Sciences** **51**: 569–576.
- Arnaldos MI, Garcia MD, Romera E, Presa JJ, Luna A. 2005. Estimation of postmortem interval in real cases based on experimentally obtained entomological evidence. **Forensic Science International** **149**: 57-65.
- Bajerlein D, Matuszewski S, Konwerski S. 2011. Insect succession on carrion: seasonality, habitat preference and residency of histerid beetles (Coleoptera: Histeridae) visiting pig carrion exposed in various forests (Wessern Poland). **Polish Journal of Ecology** **59**(4): 787–797.
- Barreto M, Burbano MA, Barreto P. 2002. Flies (Calliphoridae, Muscidae) and Beetles (Silphidae) from Human Cadavers in Cali, Colombia. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **97**(1): 137-138.
- Benecke M. 2001. A brief history of forensic entomology. **Forensic Science International** **120**: 2-14.

- Benecke M, Lessig R. 2001. Child neglect and forensic entomology. **Forensic Science International** **120**: 155-159.
- Bicho CL, Almeida LM, Ribeiro PB, Júnior PS. 2005. Flutuação populacional circanual de coleópteros em granja avícola, em Pelotas, RS, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia** **95**(2): 205-212.
- Bornemissza GF. 1957. An analysis of arthropod succession in carion and the effect of its decomposition on the soil fauna. **Australian Journal of Zoology** **5**: 1-2.
- Carvalho LML, Thyssen PJ, Linhares AX, Palhares FAB. 2000. A checklist of Arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **95**: 135-138.
- Carvalho LML, Linhares AX. 2001. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. **Journal of Forensic Science** **46**: 604-608.
- Carvalho LML, Thyssen PJ, Goff ML, Linhares AX. 2004. Observations on the succession patterns of necrophagous insects on a pig carcass in an urban área of southeastern Brazil. **Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology** **5**: 33-39.
- Carvalho CJB, Mello-Patiu CA. 2008. Key to the adults of the most common forensic species of Diptera in South America. **Revista Brasileira de Entomologia** **52**(3): 390-406.
- Caterino MS, Vogler AP. 2002 The phylogeny of the Histeroidea (Staphyliniformia). **Cladistics** **18**: 394-415.
- Catts EP, Goff ML. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. **Annual Review of Entomology** **27**: 253-272.
- Degallier N, Arriagada G, Kanaar P, Moura DP, Tishechkin AK, Caterino MS, Warner WB. 2012. Coleoptera Histeridae de Guyane. VII. Compléments au catalogue avec des données sur la faune du Surinam et une contribution à la connaissance des Sapriniinae. ACOREP-France: **Coléoptères de Guyane**. 33-52.
- Geden CJ, Axtell RC. 1988. Predation by *Carcinops pumilio* (Coleoptera: Histeridae) and *Macrocheles muscaedomesticae* (Acarina: Macrochelidae) on the house fly (Diptera: Muscidae): functional response effects of temperature and availability of alternative prey. **Environmental Entomology** **17**(4): 739-744.
- Gomes L, Von Zuben CJ. 2005. Study of the combined radial post-feeding dispersion of the blowflies *Chrysomya megacephala* (Fabricius) and *C. albiceps* (Wiedemann) (Diptera, Calliphoridae). **Revista Brasileira de Entomologia** **49**(3): 415-420.
- Gomes L, Gomes G, Oliveira HGO, Sanches MR, Von Zuben CJ. 2006. Influence of photoperiod on body weight and depth of burrowing in larvae of *Chrysomya*

- megacephala* (Fabricius) (Diptera, Calliphoridae) and implications for forensic entomology. **Revista Brasileira de Entomologia** **50**: 76-79.
- Grassberger M, Reiter C. 2003. Effect of temperature on development of the forensically important holartic blow fly *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae). **Forensic Science International** **128**: 177–182.
- Gredilha R, Lima AF. 2007. First record of *Necrobia rufipes* (De Geer, 1775) (Coleoptera; Cleridae) associated with pet food in Brazil. **Brazilian Journal of biology** **67**(1): 187.
- Ikeda H, Kubota K, Kagaya T, Abe T. 2007. Flight capabilities and feeding habits of silphine beetles: are flightless species really “carion beetles”? **The Ecological Society of Japan** **22**: 237-241.
- Jong GD, Hoback WW. 2006. Effect of investigator disturbance in experimental forensic entomology: succession and community composition. **Medical and Veterinary Entomology** **20**: 248–258.
- Klotzbach H, Krettek R, Bratzke H, PuSchela K, Zehner R, Amendt J. 2004. The history of forensic entomology in German-speaking countries. **Forensic Science International** **144**: 259–263.
- Kovarik PW, Caterino MS. 2001. Histeridae. In: Arnett RH, Thomas MC (Eds.). **American Beetles. Volume 1. Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia**. CRC Press. 443 p.
- Kulshrestha P, Satpathy DK. 2001. Use of beetles in forensic entomology **Forensic Science International** **120**: 15-17.
- Lord WD, Stevenson JR. 1986. **Directory of forensic entomologists**, 2nd. Ed. Center, Walter Reed Army Medical Center, Washington, D.C. 42 p.
- Mazur S. 2005. **Ecology and habitats of Histeridae. Proceedings on taxonomy and faunistics of beetles (Coleoptera) dedicated to the 100th birthday of the Latvian entomologist Mihails Stiprais (1905 - 1990)**. 29-36 p. Disponível: http://www.biology.lv/lv/files/Zinatne/Book%20of%20proceedings_on_taxonomy_stipra_konf.pdf Acesso em 22 out 2012.
- Mazur S. 2011. **A concise catalogue of the Histeridae (Insecta: Coleoptera)**. Warsaw: WULS – SGGW Press. 332 pp.
- Mégnin J. 1894. **La faune des cadavres: application de l'entomologie à la médecine légale**. Encyclopedie Scientifique des Aides-Memoire. Masson et Gauthiers-Villars, Paris.
- Mise KM, Almeida LM, Moura MO. 2007. Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. **Revista Brasileira de Entomologia** **51**(3): 358-368.

- Mise KM, Souza ASB, Campos CM, Keppler RLF, Almeida LM. 2010. Coleoptera associated with pig carcass exposed in a forest reserve, Manaus, Amazonas, Brazil. **Biota Neotropica** **10**: 321-324.
- Monteiro-Filho ELA, Penereiro JL. 1987. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do estado de São Paulo. Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** **47**: 289-295.
- Moura MO, de Carvalho CJB, Monteiro-Filho ELA. 1997. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance en Curitiba, State of Paraná. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, **92**: 269-274.
- Moura MO, Monteiro-Filho ELA, Carvalho CJB. 2005. Heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages. **Brazilian Archives of Biology and Technology** **48**(3): 473-482.
- Payne JA. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. **Ecology**, **46**: 853-866
- Pinto DM, Ribeiro DPB, Bernardi E. 2007. Avaliação de métodos para monitorar populações de artrópodes em granja avícola, em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico** **74**(2): 95-99.
- Pinto DM, Duarte JLP, Ribeiro DPB, Júnior PS. 2009. Collection of Coleoptera from a poultry farm in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil. **Ciência Rural** **39**(2): 319-324.
- Pujol-Luz JR, Arantes LC, Constantino R. 2008. Cem anos de Entomologia Forense no Brasil (1908-2008). **Revista Brasileira de Entomologia**. **52**(4): 485-492
- Rodriguez WC, Bass WM. 1983. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in east Tennessee. **Journal of Forensic Sciences** **28**: 423-432.
- Smith KGV. 1986. **A manual of Forensic Entomology**. Cornell Univ. Press Ithaca, NY, 205 pp.
- Souza AM, Linhares AX. 1997. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. **Medical and Veterinary Entomology** **11**(1): 8-12.
- Summerlin JW, Meola SM, Fincher GT, Roth J. 1991. Laboratory observations on the life cycle of *Phelister panamensis* leconte (Coleoptera: Histeridae) including scanning electron microscopy of the life stages. **Journal of Agriculture Entomology** **8**(3): 189-197.
- Tabor KL, Brewster CC, Fell RD. 2004. Analysis of the Successional Patterns of Insects on Carrion in Southwest Virginia. **Journal of Medical Entomology** **41**(4): 785-795.

White RE. 1983. Superfamily Histeroidea. *In*: White RE. (Eds.). **A field guide to the beetles of North America**. The Peterson field guide series 29. Boston: Houghton Mifflin Company. 368 pp.

CAPÍTULO I

**Efeito da temperatura no comportamento reprodutivo de *Euspilotus azureus*
(Sahlberg, 1823) (Coleoptera, Histeridae)**

1. INTRODUÇÃO

O cadáver se constitui de uma rica, porém efêmera, fonte de recursos para diversos organismos decompositores, tais como fungos, bactérias e artrópodos (Hanski 1986). Dentre os artrópodos destacam-se os insetos que, através de um processo temporal de sucessão entomológica, colonizam a carcaça para obtenção de abrigo, alimento, sítio de cópula e oviposição (Catts & Goff 1992, Kulshrestha & Satpathy 2001). Embora a função ecológica primária seja a reciclagem de nutrientes (Cornaby 1974, Hanski 1986), a compreensão ecológica do processo pode levar ao conhecimento do tempo dispendido na localização e colonização da carcaça. E, portanto, possibilitar a estimativa do intervalo pós-morte (IPM) (Keh 1985, Catts & Goff 1992), ferramenta imprescindível para a Entomologia Forense.

Coleoptera é a segunda ordem de maior interesse forense e dentre as famílias de maior ocorrência em carcaças no Brasil encontra-se Histeridae (Monteiro-Filho & Penereiro 1987, Carvalho & Linhares 2001, Carvalho *et al.* 2000, Mise *et al.* 2007, Mise *et al.* 2010). Os histerídeos são predadores de larvas e ovos de Diptera Cyclorrhapha (Mazur 2005), encontrados nos estágios iniciais da decomposição (Rodriguez & Bass 1983, White 1983, Kovarik & Caterino 2001, Mise *et al.* 2007). Contudo, apesar de apresentar importância econômica, pouco se conhece a respeito de seus aspectos biológicos (Bajerlein *et al.* 2011). A distribuição de Histeridae associados a carcaças em termos mundiais revelou *Euspilotus* como o terceiro gênero mais coletado na América do Sul, e *E. azureus* como uma das espécies mais amostradas (D. P. Moura, *comunicação pessoal*).

Os trabalhos de interesse forense com Coleoptera são usualmente de levantamento e sucessão (Scoggin & Tauber 1951; Monteiro-Filho & Penereiro 1987; Souza & Linhares 1997; Carvalho *et al.* 2000; Carvalho & Linhares 2001; Kulshrestha & Satpathy 2001; Schroeder *et al.* 2002; Carvalho *et al.* 2004; Mise *et al.* 2007; Mise *et al.* 2010, Bajerlein *et al.* 2011). Entretanto, apenas sete são estudos de biologia da coleopterofauna cadavérica (Scoggin & Tauber 1951; Halfpeter 1991; Arngvist & Nilsson 2002; McNamara *et al.* 2004; Neumann & Elzen 2004) e dentre estes, menos da metade abrangem o comportamento de cópula (Arngvist & Nilsson 2002; McNamara *et al.* 2004; Neumann & Elzen 2004). Tais dados refletem a falta de entendimento de mecanismos associados à colonização do cadáver por Coleoptera. O conhecimento

acerca do comportamento reprodutivo da fauna necrófila apresenta extrema relevância para a compreensão do processo de colonização do cadáver, além de promover a caracterização de grupos por meio de padrões comportamentais específicos. A análise comportamental em diferentes temperaturas pode promover uma compreensão de aspectos importantes para o processo adaptativo da espécie, como a seleção sexual, número de cópulas, guarda da fêmea e competição espermática, influenciando na abundância e ocorrência dos machos, fêmeas e imaturos dessa espécie na carcaça. Para tanto, é de fundamental importância a descrição, compreensão, quantificação e análise do comportamento reprodutivo de *E. azureus*.

Euspilotus azureus ocorre na Venezuela, Argentina, Chile, Guiana Francesa e Brasil (Mazur 2011, Aballay *et al.* 2012, Dégallier *et al.* 2012), sendo que o último apresenta vasto território, riqueza de biomas e diferentes condições abióticas (Myers 1991). Tendo em vista que a temperatura é o principal fator abiótico que afeta a biologia de uma espécie (Ewer & Ewer 1941, Wilson & Miner 1969, Summerlin *et al.* 1981, Summerlin *et al.* 1991, Gerard & Ruf 1997, Gyenge *et al.* 1998, Logan & Bentz 1999, Marinoni & Ribeiro-Costa 2001, Richardson & Goff 2001, Calado & Silva 2002, Nava & Parra 2002, Kontodimas *et al.* 2004, Mahroof *et al.* 2005, Broufas *et al.* 2007, Ali *et al.* 2011, Cakmak *et al.* 2011, Castro *et al.* 2011), questiona-se o quanto o efeito da temperatura pode influenciar na frequência e ocorrência dos padrões motores reprodutivos, refletindo na sua presença, colonização e permanência na carcaça em diferentes épocas do ano e regiões geográficas.

A exposição a diferentes temperaturas interfere nos aspectos reprodutivos de diversos coleópteros predadores (Omkar & Srivastava 2002, Inoda *et al.* 2007) e de interesse forense (Summerlin *et al.* 1981, Summerlin *et al.* 1991, Arngvist & Nilsson 2002; McNamara *et al.* 2004; Neumann & Elzen 2004). Desta forma, hipotetiza-se que a temperatura também influenciará no período de ocorrência e abundância de adultos na carcaça (Archer 2003, Bajerlein *et al.* 2011), na seleção sexual (Arnaud & Haubruge 1999, Seymour & Sozou 2009), na estratégia reprodutiva adotada (Conner 1989, Hahari *et al.* 2003) e na realização, número e duração da cópula (Arnaud & Haubruge 1999, Stathas *et al.* 2001, Omkar & Srivastava 2002, Wanto & Fischer 2005, Broufas *et al.* 2007, Inoda *et al.* 2007, Rodrigues *et al.* 2008) de *E. azureus*.

2. OBJETIVOS

Avaliar o efeito da temperatura no comportamento reprodutivo de *Euspilotus azureus*.

2.1. Específicos

- Analisar a genitália do macho e da fêmea.
- Categorizar e descrever os padrões motores e comportamentos reprodutivos da espécie.
- Registrar a duração e a frequência dos comportamentos exibidos em diferentes temperaturas e analisá-los comparativamente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), no período de julho de 2011 a maio de 2013.

3.1. Obtenção e manutenção da criação de *Euspilotus azureus*

Os exemplares de *E. azureus* foram obtidos por meio de coleta manual e atraídos com fragmentos de frango ou porco na Mata Viva do Centro Politécnico da UFPR (Fig. 1). Os ovos, as larvas de primeiro (L1) e segundo instar (L2), as pupas e os adultos foram mantidos em recipientes plásticos (100mL) e os casais em recipientes plásticos de 250mL. Todos os indivíduos dispunham de terra vegetal comercial, peneirada como substrato, e papel filtro (2x2cm) umedecido para evitar desidratação. A terra era trocada semanalmente, caso ocorresse infestação fúngica era substituída antes desse prazo. Os imaturos e adultos foram alimentados diariamente com larvas de segundo instar de Diptera, as larvas em L1 de *E. azureus* receberam uma larva de mosca, as em L2 e os

adultos individualizados receberam três, já os casais, cinco. A quantidade de larvas de Diptera ofertada foi estipulada por meio de testes de capacidade de consumo previamente realizados.

3.1.1. Criação suporte de Diptera

Euspilotos azureus é predadora de larvas de moscas e, para tanto, foi necessário estabelecer uma criação suporte de Diptera. A espécie escolhida foi *Sarconesia chlorogaster* (Wiedemann, 1830) (Diptera, Calliphoridae) pela fácil coleta, manutenção e obtenção de larvas. A espécie foi coletada no remanescente florestal do Centro Politécnico UFPR (Fig. 1), com peixe na armadilha adaptada de Ferreira (1978) (Fig. 2).

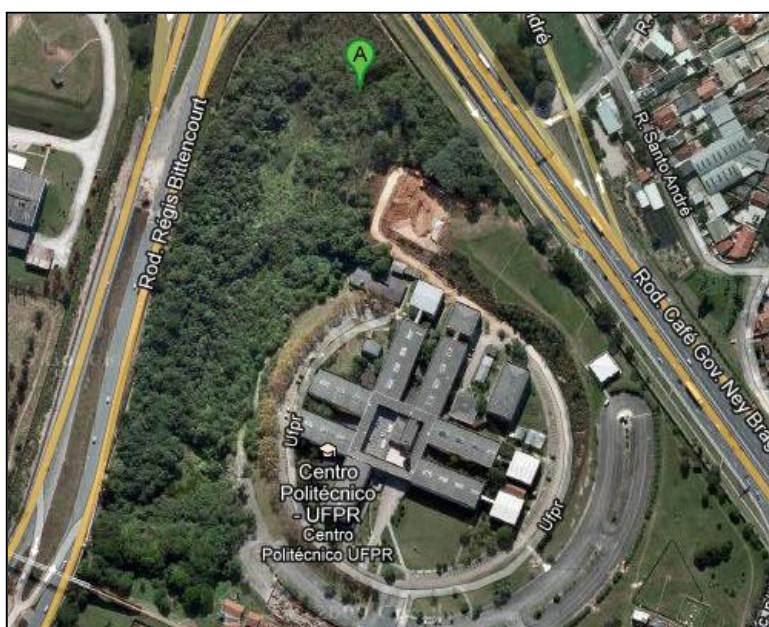


Figura 1 – Remanescente florestal “Mata Viva”, Centro Politécnico UFPR, Jardim das Américas, Curitiba. (A) Área de coleta de *Euspilotos azureus* (Coleoptera, Histeridae) e *Sarconesia chlorogaster* (Diptera, Calliphoridae). Coordenadas: -25.445290, -49.233127. Fonte: <https://maps.google.com>



Figura 2 – Armadilha modificada de Ferreira (1978), utilizada para coleta de *Sarconesia chlorogaster* (Diptera, Calliphoridae). Foto: Melise Lecheta

As moscas adultas foram acondicionadas em gaiolas de tela (30x30x30cm), submetidas à câmara com condições controladas (Temperatura=20°C, Fotoperíodo=12/12hrs, UR=65%), com gaze umedecida e açúcar à disposição (M. C. Lecheta *comunicação pessoal*). Para a maturação dos adultos e obtenção de posturas foi colocada nas gaiolas, um recipiente plástico (50mL) contendo porção de carne bovina moída. As posturas obtidas foram mantidas em recipientes plásticos (1L) contendo

vermiculita, nas mesmas condições controladas e acompanhadas até a obtenção de larvas (Fig. 3).

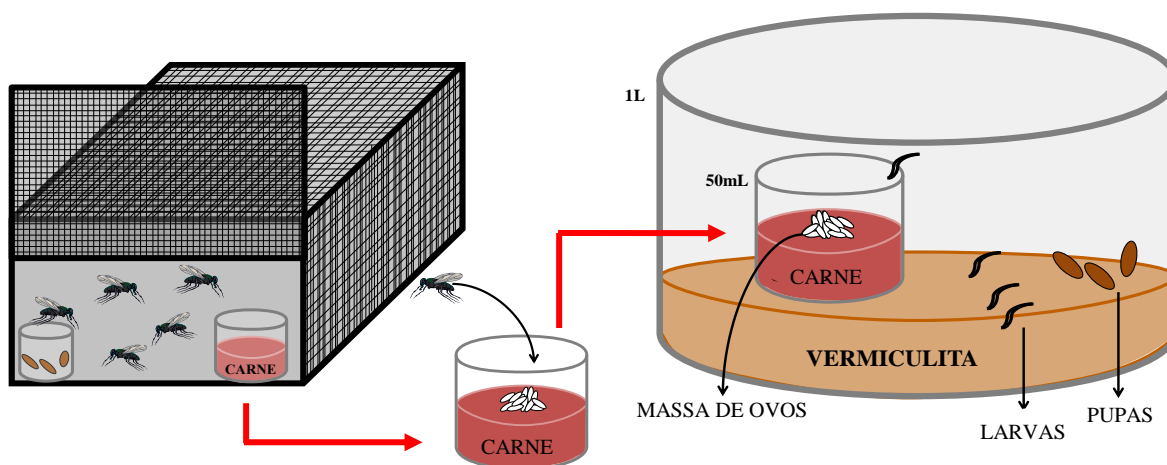


Figura 3 – Fluxograma representativo da criação de *Sarconesia chlorogaster* (Diptera, Calliphoridae), para obtenção de postura e larvas e adultos.

3.2. Criação estoque de *Euspilotus azureus*

O estabelecimento de uma criação estoque de *E. azureus* foi necessário, visando obter indivíduos virgens para a realização dos experimentos. Para tanto, 30 machos e 30 fêmeas foram coletados, pareados em casais e acondicionados em recipientes plásticos com tampa (250mL), contendo 200g de terra peneirada. Os casais foram mantidos a câmaras com condições controladas (Temperatura=25°C, Fotoperíodo=12/12hrs, UR=65%) e verificados diariamente a procura de oviposição. Os ovos provenientes dessa criação foram individualizados (N=1800) em recipientes plásticos (100mL), alocados em seis câmaras de criação com condições controladas (10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C) e acompanhados até a fase adulta (Fig. 4). Após a emergência dos adultos, esses foram submetidos aos experimentos.

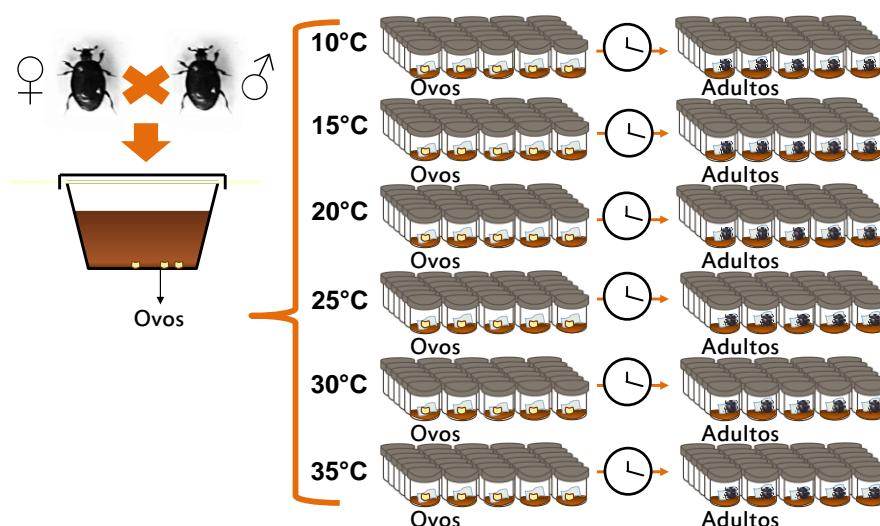


Figura 4 - Fluxograma representativo da obtenção de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae) para os experimentos de comportamento reprodutivo.

3.3. Dissecção da genitália do macho e fêmea de *Euspilotus azureus*

A dissecção da genitália foi realizada com machos e fêmeas provenientes da criação estoque. Esses foram mantidos por um dia submersos em solução aquosa composta por água destilada e detergente, para o amolecimento do exoesqueleto e da musculatura. Com auxílio de estiletes entomológicos e pinça, o pigídeo foi aberto e a genitália retirada sob microscópio estereoscópico Zeiss Stemi SV6 ou ZEISS Stereo Discovery V20. A genitália foi submersa em solução de hidróxido de potássio (KOH) a 10%, por alguns segundos, para a remoção dos restos de tecidos. A genitália de macho e fêmea foram preparadas em lâminas escavadas contendo glicerina e cobertas por lamínula. As fotos foram realizadas em no microscópio óptico, com câmera digital Sony Cyber-Shot (DSC-W300) acoplada ao microscópio ótico Zeiss Standard 20. As partes dissecadas foram acondicionadas em microtubos com glicerina. As fotos foram tiradas em dez diferentes focos e posteriormente montadas com o auxílio do programa COMBINE.Z5.

3.4. Comportamento de cópula de *Euspilotus azureus*

Os adultos emergidos (N=498), provenientes da criação estoque, foram sexados com auxílio de microscópio estereoscópico, por meio de comparações morfológicas das cerdas localizadas na porção ventral dos tarsômeros do macho e da fêmea (Fig. 5), e então foram alocados aleatoriamente nos respectivos tratamentos.

Os bioensaios foram realizados com 249 casais, sendo 60 em 15°C, 65 em 20°C, 63 casais em 25°C e 61 em 30°C. As observações foram realizadas em uma arena, recipiente novo de plástico com capacidade de 250 mL, onde um macho e uma fêmea eram alocados e uma larva de *Sarconesia chlorogaster* ofertada em cada observação (Fig. 6). A quantificação de comportamentos e padrões motores exibidos foi registrada a olho nu e os dados de duração com utilização de timer eletrônico.

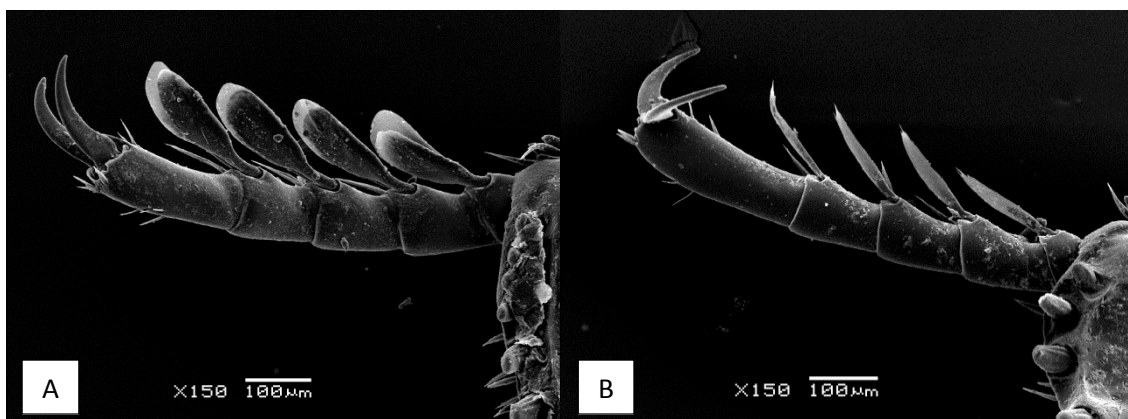


Figura 5 – Dimorfismo sexual de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae). Cerdas na porção ventral dos tarsômeros dos machos em forma de espátula (A) e na fêmea espiniforme (B).

Após o término da cópula, o macho foi transferido para o seu respectivo recipiente, sendo acompanhado até a sua morte natural, já a fêmea foi mantida na arena, onde foram adicionados 200g de terra peneirada, para a realização de experimentos de oviposição e fertilidade da fêmea (Fig. 6).

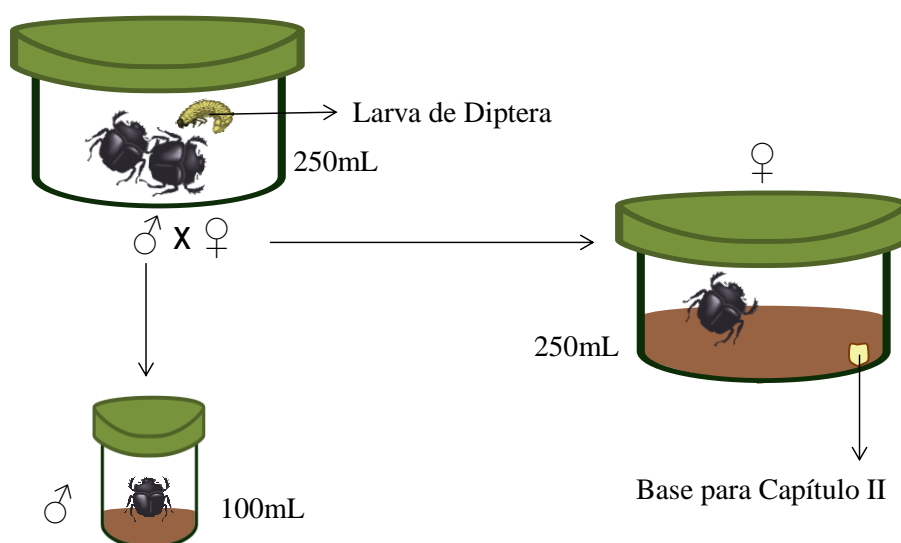


Figura 6 – Fluxograma esquemático para ilustrar a procedência de machos e fêmeas de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae).

3.5. Procedimentos estatísticos

Os comportamentos, categorias comportamentais e padrões motores registrados nas diferentes temperaturas foram inventariados, descritos, cronometrados e quantificados. Os dados de frequência (etograma do comportamento reprodutivo nas diferentes temperaturas) foram analisados através do teste qui-quadrado, e os dados de média que não tiveram distribuição normal (duração média das categorias comportamentais), por meio de testes não paramétricos Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Todas as análises foram realizadas pelo software STATISTICA 7.0.

4. RESULTADOS

Nos experimentos de reprodução, as larvas não eclodiram em 10°C e 35°C, portanto essas temperaturas foram excluídas das análises. Em seguida foram feitas tentativas de criação nessas temperaturas de larvas L1 e L2, que também não se desenvolveram. Os adultos sobreviveram, porém não houve cópula entre machos e fêmeas.

4.1. Terminália do macho e fêmea de *Euspilotus azureus*

A genitália do macho é constituída pelo 8º esternito e tergito, 9º e 10º tergito, e edeago e 9º esternito (Fig. 7), segundo nomenclatura de Ôhara (1994). Segundo o autor, a genitália da fêmea é composta por um par de coxitos, bursa copulatrix, vagina (=oviduto comum), espermateca e glândula espermática (Figs. 8 e 9).

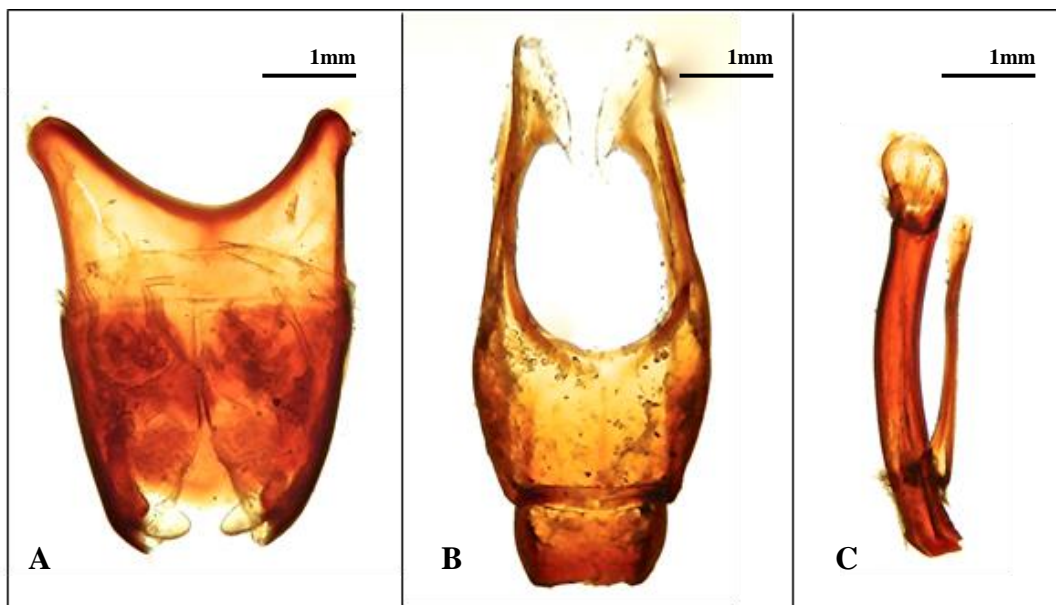


Figura 7 – Genitália do macho de *Euspilotus azureus* (Coleoptera): (A) 8º. esternito e tergito (vista dorsal); (B) 9º. e 10º. tergitos (vista dorsal); (C) edeago e 9º. esternito (vista lateral).

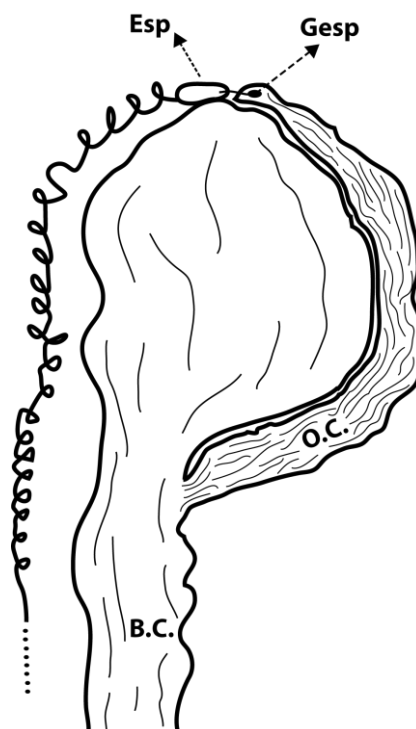


Figura 8 – Genitália da fêmea de *Euspilotus azureus* (Coleoptera). Esp: espermateca; Gesp: glândula espermática; OC: oviduto comum; BC: bursa copulatrix.

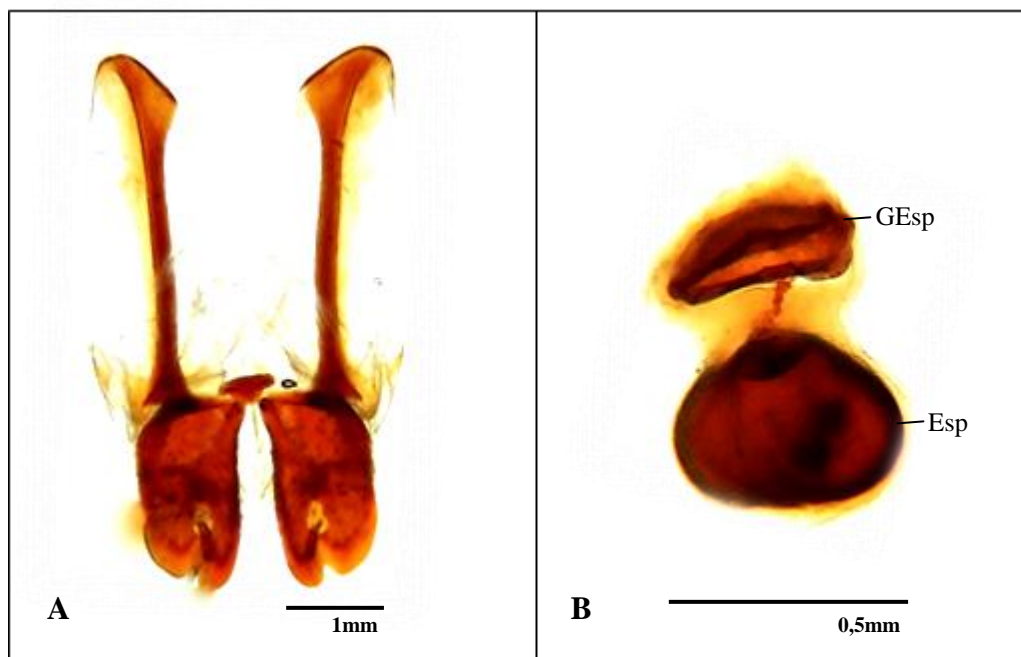


Figura 9 – Genitália da fêmea de *Euspilotus azureus* (Coleoptera): (A) Par de coxitos em vista ventral; (B) vista ventral da espermateca (Esp) ligada à glândula espermática (GEsp).

4.2. Descrição do comportamento reprodutivo de *Euspilotus azureus*

O comportamento reprodutivo de *E. azureus* foi avaliado com base na observação de 249 interações copulatórias, que resultaram na descrição de cinco categorias comportamentais (percepção, reconhecimento do co-específico, cortejo, cópula e pós-cópula), contendo 18 padrões motores.

4.2.1. Percepção

A categoria comportamental de percepção durou em média $25,7 \pm 11,5$ segundos ($N=249$; 8-66) e levou significativamente mais tempo nas temperaturas extremas (15 e 30°C) (Tabela I). Durante a percepção, foram registrados três padrões motores em ambos os sexos: ingestão, manutenção e toque no substrato. Após a predação da larva de *S. chlorogaster* pelo macho, tanto o macho quanto a fêmea se alimentavam da massa visceral, da larva caracterizando o padrão motor de ingestão. Para tal, o indivíduo mantinha o corpo paralelo ao substrato flexionando o primeiro par de pernas; encostava os palpos e as mandíbulas no alimento enquanto movimentava as antenas aleatoriamente, podendo ou não tocar o corpo do co-específico, que poderia estar

próximo durante o processo. A frequência de ingestão foi significativamente maior nas temperaturas mais altas (Fig. 10) e pode ser seguida pelos padrões motores de manutenção ou toque do substrato. A manutenção foi exibida nas categorias comportamentais de percepção e reconhecimento, podendo ocorrer após atitudes comportamentais de ingestão, toque no substrato e permissão. O indivíduo se mantinha apoiado nos pares de pernas medianas e posteriores, abaixava a cabeça aproximadamente a 45° do eixo do corpo, enquanto elevava uma das pernas anteriores acima da antena na margem interna. Atritava os tarsômeros na porção apical da antena, e então colocava a perna entre as mandíbulas. O mesmo processo era repetido com a outra antena. A manutenção foi registrada em ambos os sexos e não apresentou diferenças significativas entre as temperaturas mais altas (20 e 30°C) (Fig. 10). O toque no substrato foi registrado no início das observações, com a cabeça posicionada a aproximadamente 45° do eixo do corpo o histerídeo tateava o substrato com as antenas de duas formas: alternadamente ou aleatoriamente, movimentando concomitantemente as mandíbulas.

4.2.2. Reconhecimento do co-específico

A duração da fase de reconhecimento foi de $17,5 \pm 22$ segundos ($N=249$; 3-115). Nas temperaturas mais baixas foi dispendido significativamente mais tempo para o indivíduo reconhecer seu co-específico do que nas temperaturas mais altas (Tabela I). A categoria comportamental de reconhecimento ocorre tanto em machos como em fêmeas sendo configurado pelos padrões motores: imobilidade, permissão, locomoção, aproximação e despertar. Na imobilidade, o besouro permanecia com o corpo paralelo ao substrato, imóvel, podendo haver movimentos aleatórios de antenas, mandíbulas ou palpos. Esse padrão motor pode ocorrer em diversos comportamentos, sendo que nos machos foi estatisticamente mais frequente seguido de aproximação do que manutenção ou toque no substrato (Fig. 10). O padrão motor locomoção ocorreu também nas categorias comportamentais de cortejo e pós cópula. Na locomoção, o besouro movimentava as pernas ordenadamente, mantendo seu corpo paralelo ao substrato. A ordem de pernas foi sempre sequencial: uma das pernas do primeiro par – lado esquerdo, em seguida, uma do segundo – lado direito, e finalmente uma do terceiro par – lado direito, assim mantendo-se sempre com, pelo menos, três pernas no substrato. As antenas se movimentavam dorso/ventralmente ou da direita para esquerda e os palpos

movimentavam-se de forma aleatória. Uma variação desse padrão motor foi a aproximação, que ocorreu apenas no macho e difere da locomoção no movimento das mandíbulas, que pode ser simultâneo ao movimento de antenas e palpos. O padrão motor de despertar foi exclusivo da fêmea que estava em repouso e ocorreu sempre após o toque do macho (Fig. 10). A fêmea mantinha a cabeça a 30° do eixo do corpo, entretanto flexionava as pernas, formando aproximadamente 90° entre o fêmur e a tíbia, elevava as antenas, retirando-as das cavidades antenais, mantendo-as esticadas para frente no mesmo eixo do corpo, movimentando as mandíbulas. Esse precede o padrão motor recusa (categoria comportamental Cortejo) em 62% das ocorrências (Fig. 10).

4.2.3. Cortejo

O cortejo apresentou duração média de $32,7 \pm 13,8$ segundos ($N=249$; 10-80). Entretanto nas temperaturas de 15°C e 20°C a média de tempo foi significativamente maior em comparação a 25°C e 30°C (Tabela I). O cortejo foi caracterizado por seis atos comportamentais: toque no pigídeo, toque nas pernas, permissão, recusa, locomoção e imobilidade, sendo que os dois últimos já foram descritos nas categorias comportamentais de percepção e reconhecimento. O toque foi categorizado como sendo o padrão motor exclusivo do macho. Esse tocava a fêmea mais frequentemente no pigídeo do que nos pares de pernas posteriores (Fig. 10). O macho se aproximava da porção dorsal do corpo da fêmea movimentando os palpos e antenas de forma aleatória, tocando a região da genitália ou fêmures, tíbias e tarsômeros da fêmea. A permissão foi observada apenas na fêmea, a qual em um primeiro momento assemelha-se ao ato comportamental imobilidade. Contudo, a fêmea mantinha o corpo paralelo ao substrato, com a cabeça em repouso, antenas se movimentavam dorso/ventralmente ou aleatoriamente, os palpos aleatoriamente e com movimento de mandíbulas. Nessa categoria comportamental, a fêmea permitia que o macho subisse (monta) e procedesse a inserção/retirada do edeago (categoria comportamental Cópula) (Fig. 10). O padrão motor recusa também foi exclusivo da fêmea, ocorrendo em resposta ao toque do macho e em sequência ao ato comportamental de despertar ou marcha (Fig. 10). Nesse a fêmea impulsionava o corpo para o lado oposto ao estímulo com auxílio das pernas e se deslocava.

4.2.4. Cópula

A cópula durou em média $15,1 \pm 6,5$ segundos ($N=249$; 3-39) sendo significativamente mais longa em 30°C (Tabela I). Foram descritos três padrões motores: monta, inserção e retirada do edeago. A monta ocorre somente após o ato comportamental de permissão da fêmea. O macho ficava sobre a fêmea apoiando seus pares de pernas anterior e mediano na região dorso lateral dos élitros da fêmea. A fêmea podia locomover-se ou permanecer permissiva e com suas antenas em movimentos circulares ou aleatórios, já o macho movimentava as antenas e os palpos aleatoriamente enquanto havia tentativa de inserção do edeago. O macho curvava os últimos tergitos abdominais dorso/ventralmente, podendo ou não ocorrer a inserção do edeago. Em cada cópula pode ocorrer de uma até quatro inserções (Tabela I). Após a retirada do edeago, o macho e a fêmea atuavam na categoria comportamental de pós-cópula.

4.2.5. Pós-cópula

Na categoria comportamental de pós-cópula foram registrados e analisados três atos comportamentais: repouso, locomoção e permissão. O repouso pode ocorrer após a locomoção ou ingestão de alimento (Fig. 10) e foi observado em ambos os sexos. O ato caracterizava-se pela permanência imóvel do indivíduo, paralelo ao substrato, por um dado período de tempo, sem interação com o ambiente, alimento ou co-específico. Após a cópula, o macho se locomovia e podia entrar em repouso ou tocar o pigídeo ou voltar à ingestão, sendo estatisticamente mais frequente locomover e repousar (Fig. 10). Já a fêmea pode locomover ou tornar-se permissiva. Caso houvesse locomoção, a fêmea se tornava permissiva, afastava o macho ou se tornava imóvel. Caso fosse permissiva poderia haver nova cópula, manutenção ou toque no substrato, entretanto foi significativamente mais frequente uma nova cópula (Fig. 10). O intervalo médio de tempo entre cópulas foi de $31,7 \pm 14,8$ segundos ($N=249$; 6-88), diferindo significativamente apenas entre 20°C e 25°C (Tabela I).

Tabela I. Duração média (segundos); mediana \pm desvio padrão (N; intervalo de variação) de cada fase do comportamento reprodutivo de *Euspilotus azureus*, em quatro temperaturas.

Fases	15°C	20°C	25°C	30°C
Percepção	38,1; 38 \pm 10,6 (60; 19-66) b	19,8; 20 \pm 8,6 (65; 8-44) a	20,1; 20 \pm 8,8 (63; 8-44) a	25,7; 26 \pm 7,2 (61; 8-66) c
Reconhecimento	29,6; 30 \pm 28,1 (60; 10-111) b	21,8; 22 \pm 29,1 (65; 5-115) b	9,5; 10 \pm 3,4 (63; 4-19) a	9,2; 9 \pm 4,2 (61; 3-27) a
Cortejo	37; 37 \pm 8 (60; 19-63) a	34,6; 35 \pm 14,4 (65; 11-64) ab	29,2; 29 \pm 16,7 (63; 10-69) b	30,3; 30 \pm 13,1 (61; 13-80) b
Número de cópulas	1,3; 1 \pm 0,5 (60, 1-3) a	1,5; 2 \pm 0,5 (65; 1-3) a	1,6; 2 \pm 0,7 (63; 1-4) a	2; 2 \pm 0,7 (61; 1-3) b
Número de inserção por cópula	1,5; 1 \pm 0,6 (60; 1-3) ab	1,6; 2 \pm 0,6 (65; 1-3) ab	1,7; 2 \pm 0,8 (63; 1-4) a	1,3; 2 \pm 0,5 (61, 1-3) b
Inserção	7,2; 7 \pm 1,9 (60; 3-13) b	5,2; 5 \pm 2,1 (65; 3-12) a	4,8; 5 \pm 1,9 (63; 3-14) a	6,4; 6 \pm 1,4 (61; 3-10) c
Tempo total de cópula	15,8; 16 \pm 6,1 (60; 5-29) ab	13; 13 \pm 5,3 (65; 3-31) a	13,6; 14 \pm 6,6 (63; 3-39) a	18,1; 18 \pm 6,9 (61; 5-34) b
Intervalo entre cópulas	30,8; 31 \pm 8,9 (22; 19-57) ab	36,8; 37 \pm 16,4 (36; 13-73) a	27,5; 28 \pm 20,3 (35; 6-88) b	31,4; 31 \pm 10,9 (63; 12-62) ab

Os valores foram comparados através do teste Kruskal-Wallis com teste a posteriori de Mann-Whitney, sendo que os valores significativamente diferentes ($p < 0,05$) estão acompanhados de letras distintas.

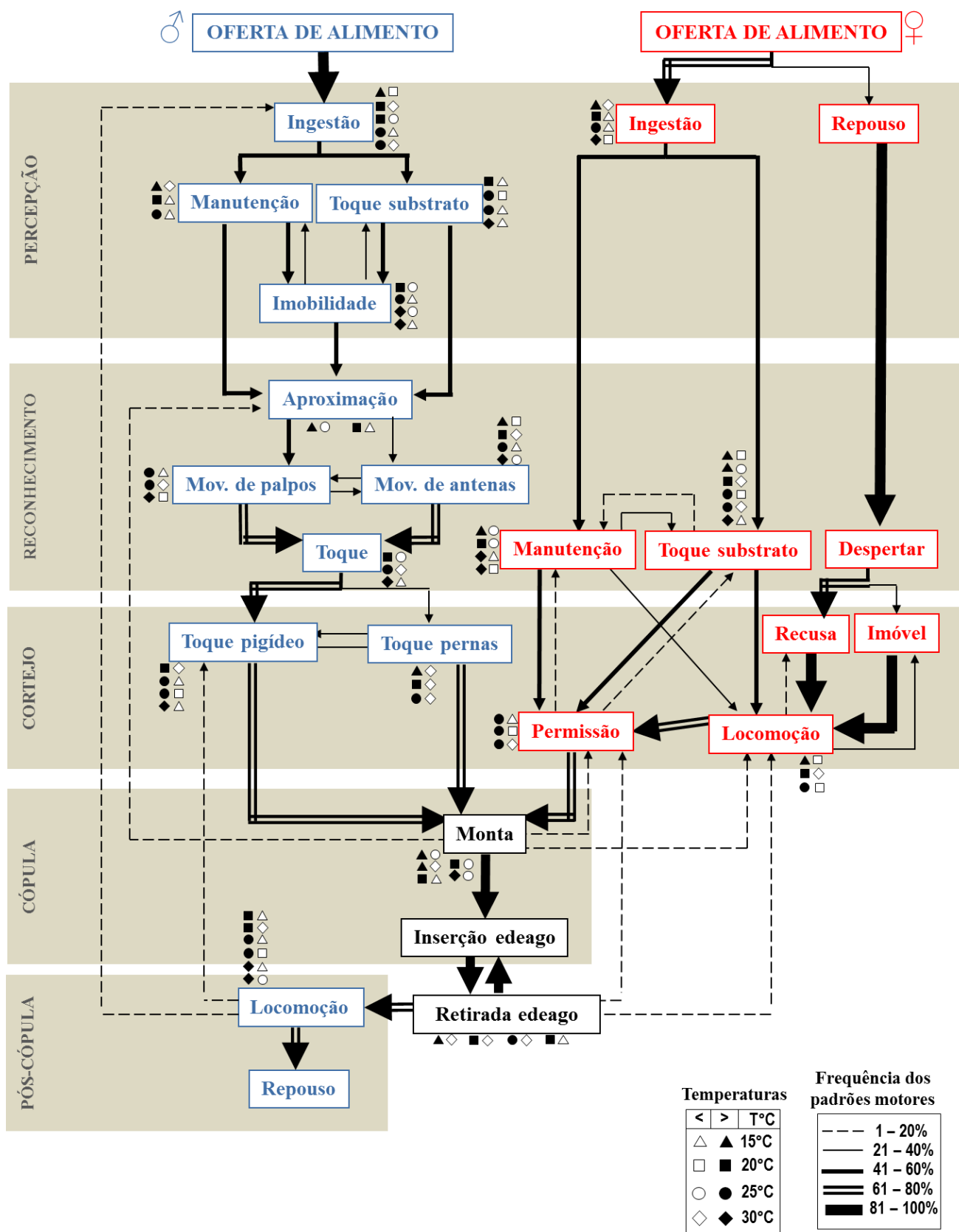


Figura 10 – Etograma dos padrões motores do comportamento reprodutivo de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae). Frequência dos padrões motores representada pelas linhas. Temperaturas representadas pelos polígonos, sendo que os pretos são estatisticamente maiores que os brancos. Padrões motores do macho em azul, fêmea em vermelho e cópula em preto.

5. DISCUSSÃO

As diferenças constatadas no presente estudo entre as categorias comportamentais exibidas por machos e fêmeas em diferentes temperaturas indicam que a frequência de exibição dos padrões motores durante as interações sexuais varia entre diferentes temperaturas. Juntamente com a análise morfologia da genitália, os dados podem ser utilizados como ferramentas para a compreensão da estratégia sexual, tais como competição espermática e guarda da fêmea adotada pela espécie. Embora a análise da arquitetura da genitália permita interpretar o sistema reprodutivo, o comportamento é fundamental para consolidação desse entendimento. Deve-se considerar que animais que apresentam uma distribuição geográfica ampla estão sujeitos a diferentes condições ambientais, as quais demandam flexibilidade do repertório comportamental. A influência dos fatores abióticos pode resultar em interpretações errôneas na dinâmica da comunidade da fauna cadavérica utilizada para finalidade forense.

A análise da morfologia da genitália da fêmea e do macho, somada ao fato da categoria comportamental de pós-cópula de guarda da fêmea pelo macho não ter sido registrada, sugere que *E. azureus* apresenta uma estratégia sexual na qual pode não haver competição espermática, pois a pressão do ambiente influencia na utilização desse mecanismo. A competição espermática é um processo de seleção sexual, presente em espécies que apresentam poliandria, no qual os espermatozóides de machos rivais competem para fecundar o óvulo (Simmons 2001). Esse processo seletivo impulsiona adaptações evolutivas, como o comportamento de guarda da fêmea, limpeza da genitália feminina e alterações na morfologia da genitália de diversos taxa, o que reflete na estratégia reprodutiva adotada (Gross 1996, Simmons 2001).

A experimentação do presente estudo foi realizada com um casal isolado, sem interferência ou exposição a machos rivais e, por isso, não foi possível avaliar a existência do comportamento de guarda para a espécie. Entretanto, acredita-se que a presença de outro indivíduo desencadearia a mesma. É importante ressaltar que o comportamento de guarda é uma estratégia vantajosa quando a proporção da população é tendenciosa ao sexo masculino; quando há alta densidade populacional e quando o período de pré-oviposição é curto (Yamamura 1986). No seu estudo sobre a

evolução desse comportamento em diversos insetos, Yamamura (1986) argumentou que a melhor estratégia quando há competição espermática é guardar a fêmea até a oviposição. Já Hahari *et al.* (2003), em seu trabalho com *Diaprepes abbreviatus* (Linnaeus) (Curculionidae), afirmaram que a guarda da parceira é proveitosa quando a probabilidade de encontrar uma fêmea não acasalada é baixa e quando a fêmea recebe algum tipo de recurso benéfico do macho durante a cópula. Os atributos expostos em ambos os trabalhos amenizam o custo de novas cópulas e, portanto, aumentam as chances de sucesso associadas à nova cópula com uma fêmea acasalada. Sob essas condições, o comportamento de guarda irá resultar em maior sucesso reprodutivo de longo prazo, e ainda, como as fêmeas também se beneficiam direta ou indiretamente da guarda do macho, não há conflito sexual, desta forma é esperado que a guarda pós-cópula evolua em diferentes grupos (Hahari *et al.* 2003). Contudo, devido à fugacidade da carcaça, a competição inter e intra-específica aumenta a vulnerabilidade dos grupos ali presentes (Hanski 1986), podendo favorecer, conseqüentemente, a ausência do comportamento de guarda. Logo, a realização de estudos com machos e fêmeas em diferentes *status* é imprescindível para o entendimento desses mecanismos de guarda da fêmea.

Os bioensaios foram realizados apenas com casais virgens, não resultando na exibição do comportamento de limpeza. Porém, partindo da informação de que outras espécies de besouros de importância forense, da área de produtos estocados, exibem estratégia sexual com limpeza da genitália feminina (Gage 1992), pressupõe-se que tal mecanismo possa ser adotado por *E. azureus*. É importante salientar que o macho pode limpar a genitália da fêmea antes de liberar os espermatozóides, fato que foi observado em diferentes estudos com Coleoptera (Gage 1992, Drnevich *et al.* 2000, Simmons 2001, Parker & Pizzari 2010, Higginson *et al.* 2012). A capacidade do macho de *Tenebrio molitor* Linnaeus (Tenebrionidae) remover esperma rival durante a cópula foi estudada por Gage (1992). Nesse trabalho, o autor observou por microscopia eletrônica espinhos na porção apical dos edeagos de machos virgens e experientes que copularam com fêmeas virgens. Os virgens não apresentavam espermatozóides nos espinhos penianos, já os experientes tinham esperma preso em seus espinhos que foram removidos em outra cópula realizada por um mecanismo de lavagem antes da ejaculação. Logo, o autor afirma que os machos guardam as fêmeas na presença de rivais para proteger seus espermatozóides de serem retirados, apresentando mais de uma inserção por cópula (Gage 1992). No presente estudo ocorreram de uma a quatro

inserções do edeago por cópula. Entretanto, não foi possível afirmar se houve a limpeza da genitália feminina ou não, pois para esse tipo de interpretação são necessários novos trabalhos com investigações detalhadas incluindo relações entre variação/forma de espermatozóides e *status* dos parceiros sexuais (Higginson *et al.* 2012). Desta forma, o atual trabalho pode prover subsídios para novos experimentos e para a compreensão da estratégia reprodutiva adotada por *E. azureus*, refletindo na sua permanência e colonização da carcaça.

A forma do aparelho reprodutor feminino é estruturada por um par de coxitos, bursa, oviduto comum, espermateca e glândula espermática. Estudos comparativos mostram que as diferentes arquiteturas do aparelho reprodutor feminino, como reservatórios e invaginações na bursa, podem influenciar na fertilização masculina, refletindo na escolha críptica da fêmea (Birkhead 1998, Miller & Pitnick 2002, Pattarini *et al.* 2006, Schärer *et al.* 2011). A estrutura em *E. azureus* que poderia apresentar tal função seria o oviduto comum. Entretanto, em pesquisa realizada com *Tropidacris collaris* (Orthoptera: Romaleidae) o oviduto comum apresenta epitélio associado a uma espessa íntima cuticular e uma camada muscular desenvolvida (Santos *et al.* 2006), sendo que a presença dessa íntima de constituição quitinosa forma-se pela invaginação da parede do corpo (Richards & Davies 1983). A partir desses dados, Santos *et al.* (2006) associam a camada muscular desenvolvida na região do oviduto à postura, sugerindo que o oviduto comum apresente função relacionada à oviposição. Além disso, o trato reprodutivo feminino de *Dytiscius sharpi* (Wehncke) (Dytiscidae) besouros mergulhadores, tamanho e forma dos seus diversos órgãos e estruturas, são significativamente associados com mudanças no tamanho de espermatozóides, forma da cabeça, ganhos e perdas no processo de cópula, bem como na estratégia reprodutiva adotada pela espécie (Higginson *et al.* 2012). Fato também registrado em um trabalho realizado com grilos (Morrow & Gage 2000), machos provenientes de populações de laboratório apresentam tanto espermatozóides longos quanto pequenos, foi observado experimentalmente que ambos os espermatozóides são transferidos com sucesso para a fêmea. Entretanto, apenas os mais longos conseguem chegar à espermateca devido à morfologia dessa estrutura. Como a cópula no presente estudo foi observada em casais virgens, sem interferência de outros machos, há a possibilidade de existir competição espermática e guarda da fêmea na presença de outros machos, bem como mecanismos do macho para garantir a procedência do espermatozóide e seleção críptica da fêmea. Contudo, o fato da arquitetura da genitália

feminina não apresentar reservatório ou invaginações para o acúmulo de espermatozoides antes da espermateca pode indicar ausência da necessidade de guarda, pois o primeiro macho a copular pode ter sua procedência garantida (Sivinski 1980), fato que corrobora com a fêmea demorar em média $1,3 \pm 0,5$ dias ($N=249$; 1-2) para ovipositar após cópula (ver capítulo II), indicando uma fecundação rápida. As características do ambiente, efêmero e competitivo (Hanski 1986) no qual *E. azureus* habita, sugerem que o macho pode evitar a guarda da fêmea para tentar copular o maior número de fêmeas possível, tendo em vista que sua média de vida é $40 \pm 15,3$ dias ($N=368$; 9-93); o macho tem disponibilidade de permanecer na carcaça durante todo o estágio com disponibilidade de alimento e possíveis fêmeas. Desta forma, o comportamento de guarda, limpeza do trato reprodutor e competição espermática parecem ser mecanismos inviáveis para a espécie, pois a carcaça é uma fonte rica, porém temporária, de recursos (Hanski 1986), em que a competição entre os predadores presentes torna-se maior.

A variação de ocorrência, frequência e duração das categorias comportamentais registradas a diferentes temperaturas suportam a premissa de que há influência dos fatores abióticos na exibição dos padrões motores e no tempo desprendido em sua execução, sugerindo flexibilidade e adaptabilidade da espécie, o que concorda com a ampla distribuição. Essa adaptabilidade provavelmente deverá refletir na presença, colonização e permanência de *E. azureus* na carcaça sob diferentes condições ambientais, bem com na definição da estratégia reprodutiva adotada pela espécie. As cinco categorias comportamentais registradas no presente estudo foram inventariadas em trabalhos com coleópteros predadores (Omkar & Srivastava 2002), de produtos estocados (Arnaud & Haubruge 1999, Wanto & Fischer 2005) e em besouros mergulhadores (Dytiscidae) (Inoda *et al.* 2007). Contudo, apenas as categorias de reconhecimento, cortejo, cópula e pós-cópula serão discutidos, pois os comportamentos de reconhecimento e percepção normalmente são discutidos na literatura em conjunto, ou não são diferenciados.

O fato da categoria comportamental de reconhecimento ter durado em média $17,5 \pm 22$ segundos ($N=249$; 3-115) sugere que *E. azureus* possivelmente apresente uma capacidade de reconhecimento de co-específico mais apurada, visto que em estudos com *T. molitor* possui a duração de minutos (Wanto & Fischer 2005). Ressalva-se que ainda no presente estudo, nas temperaturas mais extremas (15 e 30°C) o tempo para reconhecimento do específico foi maior do que nas temperaturas de 20 e 25°C. Apesar

de serem rapidamente identificados pelo olfato sensível dos insetos, os compostos voláteis são produzidos, muitas vezes, em baixas concentrações, então em temperaturas mais frias a volatilidade de tais substâncias fica comprometida (Statheropoulos *et al.* 2007). A categoria comportamental de reconhecimento não foi evidenciada em estudos com outros Coleoptera (Inoda *et al.* 2007), entretanto sabe-se que o reconhecimento de um indivíduo co-específico está intimamente ligado aos voláteis químicos e feromônios (Von Hoermann *et al.* 2011), sendo muitas vezes negligenciados em estudos comportamentais.

Nas temperaturas mais altas, o tempo de cortejo foi menor do que nas baixas. Tendo em vista que quanto mais tempo a fêmea leva para aceitar um macho maior será esforço de corte que o mesmo deverá realizar, presume-se que o processo se torne custoso para ambos (Seymour & Sozou 2009). Entretanto, a demora no cortejo em 15°C pode ser explicada pelo fato do metabolismo de alguns insetos sofrer retardo em temperaturas baixas (Juarez 1970), havendo menor gasto energético, e consequentemente, há maior disponibilidade da fêmea em ser cortejada pelo macho. Há, ainda, a possibilidade de compostos, como feromônios, serem menos estimulantes em temperaturas mais frias, devido à volatilidade ser menor nessas condições (Dekeirsschieter *et al.* 2009, Von Hoermann *et al.* 2011).

A duração total da cópula no presente estudo foi menor do que em pesquisas realizadas com outras espécies de Coleoptera (Arnaud & Haubruge 1999, Omkar & Srivastava 2002, Wanto & Fischer 2005, Inoda *et al.* 2007). Em um estudo sobre a reprodução de *T. molitor* (Tenebrionidae), Wanto e Fischer (2005) registaram uma duração de cópulas que variou entre 50 e 450 segundos dependendo do *status* do indivíduo, sendo pelo menos duas vezes maior do que a média registrada no presente estudo. Tal fato sugere que o macho de *E. azureus* não se mantenha em postura de cópula durante um tempo maior que quatro minutos, tempo mínimo registrado para *T. molitor* (Gage 1992), para assegurar a liberação do esperma na espermateca (Wanto & Fischer 2005). O fato do número de cópulas ser significativamente maior a 30°C não corrobora com o apresentado por Inoda *et al.* (2007), no qual os besouros de mergulho exibiram mais cópulas nas temperaturas baixas, chegando a não exibir esse comportamento à 25°C, o que sugere que seriam mais especialistas.

A categoria comportamental pós-cópula foi registrada também nas pesquisas de Arnaud & Haubruge (1999), Omkar & Srivastava (2002), Wanto & Fischer (2005), Inoda *et al.* 2007. A tentativa de uma nova cópula foi classificada como um padrão

motor de pós-cópula em Coccinellidae (Omkar & Srivastava 2002) e Tenebrionidae (Arnaud & Haubruge 1999, Wanto & Fischer 2005), sendo que no trabalho com Coccinellidae o enfoque foi mais direcionado para o cortejo e a cópula. O fato do intervalo entre cópulas ter apresentado duração média de 31,7 segundos não concorda com o observado por Arnaud e Haugruge (1999). Em seu estudo com *Tribolium castaneum* (Herbst) (Tenebrionidae), o intervalo para uma nova cópula foi maior que 8 minutos em todas as réplicas. Contudo, os ambientes colonizados por esses animais devem ser considerados para justificar a diferença de tempo despendido na cópula. A carcaça é um habitat efêmero e instável (Hanski 1986), então provavelmente a cópula de *E. azureus* não poderá ser longa. O fato do intervalo entre cópulas ter sido menor em 25°C sugere que essa é uma temperatura na qual a fêmea pode se tornar mais ativa para realizar novas cópulas. Tal fato está de acordo com alguns estudos que afirmam que quando a fêmea se encontra na sua condição ótima, se torna mais receptiva para uma nova tentativa de cópula. Outra possibilidade para justificar o menor intervalo entre cópulas à 25°C pode ser que os indivíduos se movimentem menos nas condições mais frias. Esse fato foi observado em um estudo realizado com Reduviidae em várias temperaturas, no qual os insetos reduziram em 32% o seu metabolismo em temperaturas mais baixas, ficando imóveis e interagindo pouco com o co-específico (Juarez 1970). Como a temperatura torna-se um fator regulador do metabolismo e, por consequência, do comportamento reprodutivo, as diferentes condições ambientais ao longo do Brasil podem afetar tanto a permanência quanto a metodologia de colonização do cadáver por insetos necrófilos.

6. CONCLUSÃO

Os dados do presente estudo confirmam a hipótese inicial de que a temperatura afeta os aspectos comportamentais reprodutivos de *Euspilotus azureus*. A espécie apresenta um repertório comportamental reprodutivo de estrutura conservativa com frequência de ocorrência que variaram entre as temperaturas. Tal fato é comum em animais generalistas.

A análise da morfologia da genitália possibilita inferências gerais sobre a

estratégia reprodutiva adotada, sugerindo que a competição espermática não seja tão relevante para a espécie devido ao ambiente instável e competitivo no qual se encontra. O cenário que uma carcaça proporciona para os insetos colonizadores, embora seja uma fonte de alimento abundante, é passível de altas taxas de competição e vulnerabilidade para a entomofauna cadavérica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aballay FH, Arriagada G, Flores GE, Centeno ND. 2012. An illustrated key to and diagnoses of the species of Histeridae (Coleoptera) associated with decaying carcasses in Argentina. **ZooKeys** **261**: 61–84.
- Ali MF, Mashaly AM, Mohammed AA, Mohammed AEM. 2011. Effect of temperature and humidity on the biology of *Attagenus fasciatus* (Thunberg) (Coleoptera: Dermestidae). **Journal of Stored Products Research** **47**: 25-31.
- Archer MS. 2003. Annual variation in arrival and departure times of carrion insects at carcasses: implications for succession studies in forensic entomology. **Journal of Forensic Sciences** **51**: 569–576.
- Arnaud L, Haubruge E. 1999. Mating behavior and mate choice in *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae). **Behavior** **136**(1): 67- 77.
- Arngvist G, Nilsson T. 2002. The evolution of polyandry multiple mating and female fitness in insects. **Animal Behavior** **60**: 145-164.
- Bajerlein D, Matuszewski, S, Konwerski S. 2011. Insect succession on carrion: seasonality, habitat preference and residency of histerid beetles (Coleoptera: Histeridae) visiting pig carrion exposed in various forests (Wessern Poland). **Polish Journal of Ecology** **59**(4): 787–797.
- Birkhead TR. 1998. Cryptic female choice: criteria for establishing female sperm choice. **Evolution** **52**:1212–1218
- Broufas GD, Pappas ML, Koveos DS. 2007. Development, survival, and reproduction of the predatory mite *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae) at different constant temperatures. **Environmental Entomology** **36**(4): 657-665.
- Cakmak I, Karagoz M, Ekmwn ZI, Hazir S, Kaya HK. 2011. Life history of *Sancassania polyphyllae* (Acari: Acaridae) feeding on dissected tissues of its phoretic host, *Polyphylla fullo* (Coleoptera: Scarabaeidae): temperature effects. **Experimental and Applied Acarology** **53**: 41–49.

- Calado DC, Silva MAN. 2002. Avaliação da influência da temperatura sobre o desenvolvimento de *Aedes albopictus*. **Revista Saúde Pública Online** 36 (2): 173-179.
- Carvalho LML, Thyssen PJ, Linhares AX, Palhares FAB. 2000. A checklist of Arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 95: 135–138.
- Carvalho LML, Linhares AX. 2001. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. **Journal of Forensic Science** 46: 604–608.
- Carvalho LML, Thyssen PJ, Goff ML, Linhares AX. 2004. Observations on the succession patterns of necrophagous insects on a pig carcass in an urban área of southeastern Brazil. **Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology** 5: 33–39.
- Castro CF, Almeida LM, Penteadó RC. 2011. The impact of temperature on biological aspects and life table of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). **Florida Entomologist** 94(4): 923-932.
- Catts EP, Goff ML. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. **Annual Review of Entomology** 27: 253–272.
- Conner J. 1989. Older males have higher insemination success in beetle. **Animal Behavior** 38: 503-509.
- Cornaby BW. 1974. Carrion reduction by animals in contrasting tropical habitats. **Biotropica** 6:51–63.
- Degallier N, Arriagada G, Kanaar P, Moura DP, Tishechkin AK, Caterino MS, Warner WB. 2012. Coleoptera Histeridae de Guyane. VII. Compléments au catalogue avec des données sur la faune du Surinam et une contribution à la connaissance des Saprininae. ACOREP-France: **Coléoptères de Guyane**. 33-52.
- Dekeirsschieter J, Verheggen FJ, Gohy M, Hubrecht F, Bourguignon L, Lognay G, Haubruge E. 2009. Cadaveric volatile compounds released by decaying pig carcasses (*Sus domesticus* L.) in different biotopes. **Forensic Science International** 189(1): 46-53.
- Drnevich JM, Hayes EF, Rutowski RL. 2000. Sperm precedence, mating interval, and a novel mechanism of paternity bias in a beetle (*Tenebrio molitor* L.). **Behavioral Ecology and Sociobiology** 48: 447–451.
- Ewer DW, Ewer RF. 1941. The biology and behaviour of *Ptinus tectus* Boie. (Coleoptera, Ptinidae), a pest of stored products. III. The effect of temperature and humidity on oviposition, feeding and duration of life cycle. **The Journal of Experimental Biology** 18: 290-305.
- Gage MJG. 1992. Removal of rival sperm during copulation in a beetle, *Tenebrio molitor*. **Animal Behavior** 44: 587-589.

- Gerard PJ, Ruf LD. 1997. Development and biology of the immature stages of *Anthrenocerus australis* Hope (Coleoptera: Dermestidae). **Journal of Stored Products Research** **33**(4): 341-357.
- Gross MR. 1996. Alternative reproductive strategies and tactics: diversity within sexes. **Trends in Ecology & Evolution** **11**(2): 92-98.
- Gyenge JE, Edelstein JD, Salto C. 1998. Ecologia, comportamiento y bionomia: Efectos de la Temperatura y la Dieta en la Biología de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. **27**(3): 345-356.
- Halfpter G. 1991. Feeding, bisexual cooperation and subsocial behavior in three groups of Coleoptera. In: Zunino M, Bellés X, Bias M (Eds.). **Avances in Coleopterology**. Barcelona: AEC. 281-296.
- Hanski I. 1986. Nutritional ecology of dung and carrion feeding insects. In: Slansky F, Rodriguez GJ (Eds.). **Nutritional ecology of insects, mites and spiders**. New York: John Wiley. 1016 pp.
- Hahari AR, Landolt PJ, O'Brien CW, Brockmann HJ. 2003. Prolonged mate guarding and sperm competition in the weevil *Diaprepes abbreviatus* (L.). **Behavioral Ecology** **14**(1): 89-96.
- Higginson DM, Miller KB, Segraves KA, Pitnick S. 2012. Female reproductive tract form drives the evolution of complex sperm morphology. **Proceedings of the National Academy of Science of USA** **109**(12): 4538-4543.
- Inoda T, Tajima F, Taniguchi H, Saeki M, Numakura K, Hasegawa M, Kamimura S. 2007. Temperature-dependent regulation of reproduction in the diving beetle *Dytiscus sharpi* (Coleoptera: Dytiscidae). **Zoological Science** **24**(11): 1115-1121.
- Juarez E. 1970. Comportamento do *Triatoma infestans* sob várias condições de laboratório. **Revista de Saúde Pública** **4**: 147-66.
- Keh B. 1985. Scope and applications of forensic entomology. **Annual Review of Entomology** **30**: 137-54.
- Kontodimas DC, Eliopoulos PA, Stathas GJ, Economou LP. 2004. Comparative temperature-dependent development of *Nephus includens* (Kirsch) and *Nephus bisignatus* (Boheman) (Coleoptera: Coccinellidae) preying on *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae): evaluation of a linear and various nonlinear models using specific criteria. **Environmental Entomology** **33**: 2-10.
- Kovarík PW, Caterino MS. 2001. Histeridae. In: Arnett RH, Thomas MC. (eds.) **American Beetles. Volume 1: Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia**. CRC Press. 443 p.

- Kulshrestha P, Satpathy DK. 2001. Use of beetles in forensic entomology. **Forensic Science International** **120**: 15-17.
- Logan J, Bentz B. 1999. Model Analysis of Mountain Pine Beetle (Coleoptera: Scolytidae) Seasonality. **Environmental Entomology** **28**(6): 924-934.
- Mahroof R, Subramanyam B, Flinn P. 2005. Reproductive performance of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) exposed to the minimum heat treatment temperature as pupae and adults. **Journal of Economic Entomology** **98**(2):626-633.
- Marinoni RC, Ribeiro-Costa CS. 2001. Influence of temperature and diet on the development of *Ulomoides dermestoides* (Fairmaire, 1893) (Coleoptera, Tenebrionidae, Diaperinae). **Brazilian Archives of Biology and Technology** **44**(2): 129 – 134.
- Mazur S. 2005. **Ecology and habitats of Histeridae: Proceedings on taxonomy and faunistics of beetles (Coleoptera) dedicated to the 100th birthday of the Latvian entomologist Mihails Stiprais (1905 - 1990)**. 29-36 p. Disponível: <http://www.museum.hokudai.ac.jp/exhibition/kikaku03/6sympoMazur.html> Acesso em 22 out 2012.
- Mazur S. 2011. **A concise catalogue of the Histeridae (Insecta: Coleoptera)**. Warsaw: WULS – SGGW Press. 332 pp.
- McNamara KB, Jones TM, Ejgar MA. 2004. Female reproductive *status* and mate choice in the hide beetle, *Dermestes maculatus*. **Journal of Insect Behavior** **17**(3): 337- 352.
- Miller GT, Pitnick S. 2002. Sperm-female coevolution in *Drosophila*. **Science** **298**: 1230-1233.
- Mise KM, Almeida LM, Moura MO. 2007. Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. **Revista Brasileira de Entomologia** **51**(3): 358-368.
- Mise KM, Souza ASB, Campos CM, Keppler RLF, Almeida LM. 2010. Coleoptera associated with pig carcass exposed in a forest reserve, Manaus, Amazonas, Brazil. **Biota Neotropica** **10**: 321-324.
- Monteiro-Filho ELA, Penereiro JL. 1987. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do estado de São Paulo. Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** **47**: 289-295.
- Morrow EH, Gage MJG. 2000. The evolution of sperm length in moths. **Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences** **267**: 307-313.
- Myers N. 1991. Tropical forests: present status and future outlook. **Climatic Change** **19**: 3-32.

- Nava DE, Parra JRP. 2002. Desenvolvimento de uma técnica de criação para *Cerotoma arcuatus* Olivier (Coleoptera: Chrysomelidae) em laboratório. **Neotropical Entomology** **31**(1): 55-62.
- Neumann P, Elzen PJ. 2004. The biology of the small hive beetle (*Aethina tumida*, Coleoptera: Nitidulidae): Gaps in our knowledge of an invasive species. **Apidologie** **35**: 229–248.
- Ôhara M. 1994. A revision of the superfamily Histeroidea of Japan (Coleoptera). **Insecta Matsumurana** **51**: 283pp.
- Omkar, Srivastava S. 2002. The reproductive behaviour of na aphidophagous ladybeetle, *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). **European Journal of Entomology** **99**: 465-470.
- Parker GA, Pizzari T. 2010. Sperm competition and ejaculate economics. **Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society** **85**: 897-934.
- Pattarini JM, Starmer WT, Bjork A, Pitnick S. 2006. Mechanisms underlying the sperm quality advantage in *Drosophila melanogaster*. **Evolution** **60**: 2064-2080.
- Richards OW, Davies RG. 1983. **Tratado de Entomología Imms. Estructura, Fisiología y Desarrollo**. Barcelona: Ediciones Omega. 304-336.
- Richardson MS, Goff ML. 2001. Effects of Temperature and Intraspecific Interaction on the Development of *Dermesses maculatus* (Coleoptera: Dermestidae). **Journal of Medical Entomology** **38**(3): 347-351.
- Rodrigues SR, Puker A, Abot AR, Barbosa CL, Ide S, Coutinho GV. 2008. Ocorrência e aspectos biológicos de *Anomala testaceipennis* Blanchard (Coleoptera, Scarabaeidae). **Revista Brasileira de Entomologia** **52**(1): 68-71.
- Rodriguez WC, Bass WM. 1983. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in east Tennessee. **Journal of Forensic Sciences** **28**: 423–432.
- Santos FD, Veiga AFSL, Alves LC, Wanderley-Teixeira V, Teixeira AAC. 2006. Aspectos histológicos do aparelho reprodutor feminino e morfometria dos ovários de *Tropidacris collaris* (STOLL, 1813) (Orthoptera: Romaleidae) submetido a três fotoperíodos. **Arquivos do Instituto Biológico** **73** (3): 343-348.
- Schärer L, Littlewood DTJ, Waeschenbach A, Yoshida W, Vizoso DB. 2011. Mating behavior and the evolution of sperm design. **Proceedings of the National Academy of Sciences** **108**: 1490-1495.
- Schroeder H, Klotzbach H, Oesserhelweg L, Püschel P. 2002. Larder beetles (Coleoptera, Dermestidae) as an accelerating factor for decomposition of a human corpse. **Forensic Science International** **127**: 231–236.

- Scoggin JK, Tauber OE. 1951. The bionomics of *Dermestes maculatus* Deg II. Larval and pupal development at different moisture levels and on various media. **Annals of the Entomological Society of America** 44:544–550.
- Seymour RM, Sozou PD. 2009. Duration of courtship effort as a costly signal. **Journal of Theoretical Biology** 256: 1–13.
- Simmons L. 2001. **Sperm competition and its evolutionary consequences in the insects**. Princeton: University Press. 434p.
- Sivinski, J. 1980. Sexual selection and insect sperm. **The Florida Entomologist** 63(1): 99-111.
- Souza AM, Linhares AX. 1997. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. **Medical and Veterinary Entomology** 11(1): 8-12.
- Stathas GJ, Eliopoulos PA, Kontodimas DC, Gianopoulos J. 2001. Parameters of reproductive activity in females of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). **European Journal of Entomology** 98: 547-549.
- Statheropoulos M, Agapiou A, Spiliopoulou C, Pallis GC, Sianos E. 2007. Environmental aspects of VOCs evolved in the early stages of human decomposition. **Science of the Total Environment** 385: 221-227.
- Summerlin JW, Bay DE, Harris RL, Russel DJ. 1981. Laboratory observations on the life cycle and habits of two species of Histeridae (Coleoptera): *Hister coenosus* and *H. incertus*. **Annals of the Entomological Society of America** 74(3): 316-319.
- Summerlin JW, Meola SM, Fincher GT, Roth J. 1991. Laboratory observations on the life cycle of *Phelister panamensis* leconte (Coleoptera: Histeridae) including scanning electron microscopy of the life stages. **Journal of Agriculture Entomology** 8(3): 189-197.
- Von Hoermann C, Ruther J, Reibe S, Madea B, Ayasse M. 2011. The importance of carcass volatiles as attractants for the hide beetle *Dermestes maculatus* (De Geer). **Forensic Science International** 212: 173-179.
- Wanto MM, Fischer ML. 2005. Comportamento sexual de *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1785 (Insecta, Coleoptera). **Revista Brasileira de Zoociências** 7(1): 143-164.
- White RE. 1983. Superfamily Histeroidea. In: White RE. (Eds.). **A field guide to the beetles of North America**. The Peterson field guide series 29. Boston: Houghton Mifflin Company. 368 pp.
- Wilson TH, Miner FD. 1969. Influence of temperature on development of the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Kansas Entomology Society** 42: 294-303.

Yamamura N. 1986. An evolutionarily stable strategy (ESS) model of postcopulatory guarding in insects. **Theoretical Population Biology** **29**:438-455.

CAPÍTULO II

**Influência da temperatura no ciclo de vida de *Euspilotus azureus* (Sahlberg, 1823)
(Coleoptera, Histeridae)**

1. INTRODUÇÃO

O processo de decomposição cadavérica é composto por estágio fresco, putrefação, putrefação escura, fermentação e fase seca (Bornemissza 1957). Essas fases atraem diferentes espécies de insetos, que utilizam a carcaça como sítio de reprodução e fonte alimentar, colonizando-a de forma sequencial (Catts & Goff 1992, Benecke 2004). A entomofauna cadavérica é representada principalmente pelas ordens Diptera e Coleoptera. A ordem Diptera, é a mais abordada em estudos forenses no Brasil, provavelmente por seus representantes aparecerem no início da decomposição (Mise *et al.* 2007). No entanto, além de Coleoptera ser a ordem com maior diversidade de Insecta (Headstorm 1977), é ainda, a evidência mais indicada para determinar as circunstâncias da morte e o intervalo pós-morte (IPM) em casos de decomposição avançada (Kulshrestha & Satpathy 2001).

A maioria dos estudos relacionados a coleópteros forenses no Brasil (Monteiro-Filho & Penereiro 1987, Carvalho *et al.* 2000, Carvalho & Linhares 2001, Mise *et al.* 2007, Mise *et al.* 2010) já citaram Histeridae Gyllenhal, 1808 como uma das famílias de interesse forense. Os histerídeos estão abundantemente presentes na carcaça ao longo da decomposição, sendo que tanto a larva quanto o adulto são predadores (Nuorteva 1970). Por tais fatores são considerados úteis na estimativa do IPM por sucessão (Bajerlein *et al.* 2011).

Euspilotus azureus como uma das espécies de Histeridae mais amostradas em carcaças da América do Sul (D. P. Moura *comunicação pessoal*). Os estudos forenses desenvolvidos no Brasil destacam a importância de *E. azureus* no levantamento de fauna associada à carcaças e no padrão de sucessão (Souza & Linhares 1997; Mise *et al.* 2007, Mise *et al.* 2010). Entretanto, pouco se conhece a respeito dos aspectos biológicos de *E. azureus*. Tal conhecimento é fundamental para compreensão de como a espécie compete com outros animais, como utiliza os recursos disponíveis e como funciona sua dinâmica populacional. Além de enriquecer o conhecimento sobre sua história natural e proporcionar auxílio na resolução de casos criminais relacionados à forense por meio do conhecimento do ciclo de vida de *E. azureus*. Desta forma, pergunta norteadora do presente estudo é: “Qual a influência da temperatura no ciclo biológico de *E. azureus*?” Esses dados podem servir de base para estimativa do IPM por tempo de desenvolvimento dos imaturos, uma vez que a espécie possui ampla distribuição (Mazur

2011, Aballay *et al.* 2012, Degallier *et al.* 2012), e pode apresentar padrões distintos em regiões com condições ambientais discrepantes.

Os fatores abióticos afetam a taxa de decomposição (Mann *et al.* 1990) e a flutuação populacional de insetos colonizadores de carcaças (Monteiro-Filho & Penereiro 1987, Souza & Linhares 1997, Archer 2003, Tabor *et al.* 2005, Tomberlin *et al.* 2006). A ocorrência e abundância de uma espécie necrófila estão relacionadas a fatores abióticos, como já registrado em estudos forenses com sazonalidade em Curitiba (Moura *et al.* 1997, Mise *et al.* 2007). Partindo da premissa que a temperatura é o principal coeficiente abiótico que influencia a biologia, ecologia e dinâmica populacional de uma espécie predadora (Summerlin *et al.* 1991; Gyenge *et al.* 1998; Logan & Bentz, 1999; Kontodimas *et al.* 2004), bem como de outros artrópodes (Richardson & Goff, 2001; Marinoni & Ribeiro-Costa, 2001; Calado & Silva, 2002; Nava & Parra, 2002; Cakmak *et al.* 2011), hipotetiza-se que a temperatura influenciará o ciclo de vida de *E. azureus*. Tais dados poderão ser importantes na utilização do tempo de desenvolvimento para estimativa do IPM em ambientes com diferentes condições.

2. OBJETIVOS

Determinar a influência da temperatura no ciclo de vida de *Euspilotus azureus*.

2.1. Específicos

- Descrever o ciclo de vida de *E. azureus*.
- Testar a influência de diferentes temperaturas no número e duração de cada estágio ontogenético e do ciclo de vida total.
- Avaliar a influência de diferentes temperaturas na fertilidade, fecundidade e mortalidade da espécie.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), no período de julho de 2011 a maio de 2013. Os indivíduos de *E. azureus* foram obtidos por meio de coleta manual e atraídos com fragmentos de carne de frango ou de porco na Mata Viva do Centro Politécnico da UFPR (Fig. 1 do Capítulo I).

3.1. Criação estoque de *Euspilotus azureus*

O estabelecimento de uma criação estoque de *E. azureus*, assim como de *Sarconesia chlorogaster* (Wiedemann, 1830) (Diptera) foi necessário e para tanto foi realizado o mesmo procedimento para obtenção das criações, descritas no Capítulo I. Todos os estágios ontogenéticos de *E. azureus* foram alimentados diariamente com uma larva de segundo instar de *S. chlorogaster*.

3.2. Tempo de desenvolvimento de *Euspilotus azureus*

Para obtenção de dados de desenvolvimento da espécie foi necessária a formação de casais, cujos adultos foram provenientes da criação estoque. Um macho e uma fêmea virgens foram pareados em uma arena (250mL), constituída por recipiente plástico novo. O macho foi separado da fêmea após uma inserção do edeago na genitália feminina e mantido no seu recipiente até sua morte espontânea. Já a fêmea foi mantida na arena de cópula, onde foi adicionado 200g de terra vegetal comercial peneirada e papel filtro umedecido, a fim de promover um substrato para oviposição. Todos os insetos utilizados no experimento foram monitorados diariamente, sendo oferecida como recurso alimentar uma larva de segundo instar de *S. chlorogaster* para os machos e três para a fêmea, devido à área do recipiente. Esse procedimento e a observação foram repetidos em 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C.

Os ovos, provenientes da oviposição de cada fêmea isolada após a cópula, foram alocados em recipientes plásticos (100mL) com papel filtro umedecido e terra vegetal peneirada, sendo mantidos nas respectivas temperaturas para o acompanhamento do ciclo de vida e dos estágios de desenvolvimento (Fig. 1). O

número de ovos e de posturas por casal, o tempo de duração de cada instar e as taxas de mortalidade foram registrados.

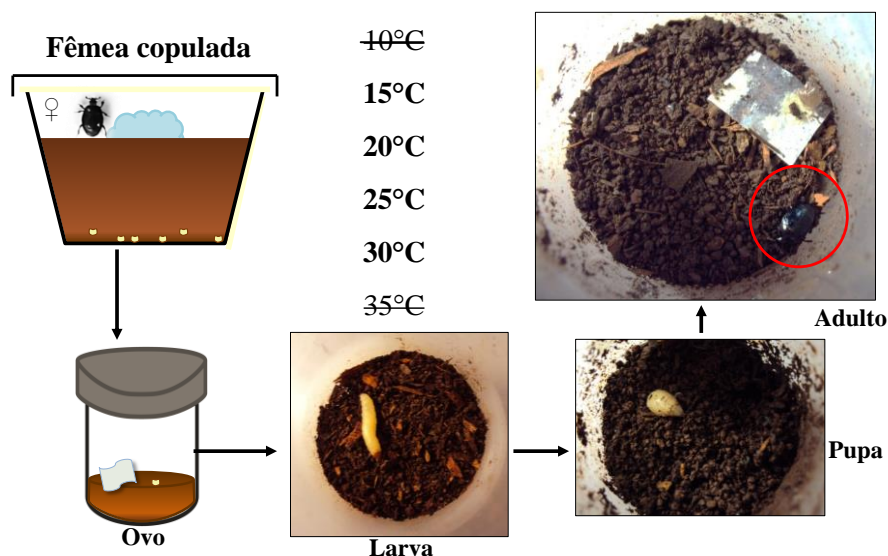


Figura 1 – Esquema da metodologia do para a obtenção de ovos e acompanhamento do ciclo de vida de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae) em diferentes temperaturas.

3.3. Procedimentos estatísticos

Os dados de média cuja distribuição não apresentou normalidade (duração dos estágios ontogenéticos, sobrevivência e fertilidade) foram comparados utilizando os testes não paramétricos Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. As análises foram realizadas através do software STATISTICA 7.0.

4. RESULTADOS

A espécie *Euspilotus azureus* possui os seguintes estágios de desenvolvimento no seu ciclo de vida: ovo, larva de primeiro instar (L1), larva de segundo instar (L2), pupa e adulto.

As larvas não eclodiram em 10°C e 35°C. Em seguida foram feitas tentativas de criação nessas temperaturas com larvas L1 e L2 oriundas da criação estoque, que

também não se desenvolveram, assim como os adultos, que sobreviveram, porém não se alimentaram. Portanto, essas temperaturas foram excluídas das análises.

A temperatura influenciou, principalmente, a duração dos estágios imaturos, diferenciando significativamente entre todas as temperaturas (Tabela I). Nas temperaturas baixas, o tempo de duração dos estágios imaturos foi significativamente maior do que nas temperaturas altas (Tabela I).

A longevidade da fêmea diferiu entre as temperaturas extremas (15°C e 30°C) e as intermediárias (20°C e 25°C), já no macho a longevidade diferiu à 15°C quando comparada com as temperaturas mais altas (25°C e 30°C) (Tabela I).

O tempo total de desenvolvimento de ovo até a emergência do adulto diferiu significativamente entre as temperaturas, sendo constatada diminuição com o aumento da temperatura, sendo de $54,8 \pm 3,2$ dias (122; 46-66) a 15°C, de $48,8 \pm 3,9$ dias (138; 42-61) a 20°C, de $31,5 \pm 2,8$ dias (282; 21-39) a 25°C e de $26 \pm 3,4$ dias (150; 18-33) a 30°C (Tabela I).

Tabela I – Duração média (dias); mediana \pm desvio padrão (N; intervalo de variação) de cada estágio de desenvolvimento de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae) em quatro diferentes temperaturas.

Estágio ontogenético	15°C	20°C	25°C	30°C	Kruskal - Wallis
Ovo	5,5; $6 \pm 0,6$; (122; 4-7) a	4,5; $5 \pm 0,9$; (138; 2-6) b	2,1; $2 \pm 0,5$; (282; 1-5) c	1,8; $2 \pm 0,4$; (150; 1-3) d	$H_{(3; 692)}=541$; $p<0,01$
Larva de 1º instar (L1)	9,4; $10 \pm 0,7$; (122; 7-11) a	7,5; 7 ± 2 ; (138; 4-11) b	5,5; $6 \pm 0,7$; (282; 3-7) c	5,4; $5 \pm 1,8$; (150; 2-8) c	$H_{(3; 692)}=345$; $p<0,01$
Larva de 2º instar (L2)	24,3; $25 \pm 2,9$; (122; 16-33) a	22,2; 22 ± 3 ; (138; 18-30) b	13,2; 14 ± 2 ; (282; 6-21) c	10,4; $10 \pm 2,9$; (150; 6-17) d	$H_{(3; 692)}=525$; $p<0,01$
Pupa	15,4; $15 \pm 0,8$; (122; 14-18) a	14,5; $14 \pm 0,8$; (138; 13-17) b	10,6; $10 \pm 1,3$; (282; 9-15) c	8,3; $8 \pm 1,4$; (150; 7-12) d	$H_{(3; 692)}=547,4$; $p<0,01$
Longevidade Adulto macho	46; $43 \pm 19,5$; (122; 30-93) a	41; $37 \pm 13,5$; (138; 19-88) ab	38; $35 \pm 15,6$; (282; 9-86) b	37,4; $37 \pm 13,4$; (150; 10-79) b	$H_{(3; 368)}=18,3$; $p<0,01$
Longevidade Adulto fêmea	44,3; $43 \pm 18,9$; (122; 27-83) ac	40,7; $35 \pm 14,5$; (138; 22-88) ab	39,5; 37 ± 14 ; (282; 10-86) b	47,1; $47 \pm 11,8$; (150; 3-75) c	$H_{(3; 324)}=33,7$; $p<0,01$

Os valores foram comparados através do teste Kruskal-Wallis com teste a posteriori de Mann-Whitney. Os valores significativamente diferentes entre as temperaturas ($p<0,05$) estão acompanhados de letras distintas.

A sobrevivência de ovo a larva L1 e de L1 para L2 foram significativamente diferentes entre as temperaturas, entretanto, de L2 a adulto não foi possível verificar diferenças significativas (Tabela II).

Tabela II – Sobrevivência de ovo a larva de primeiro instar (L1), de L1 a larva de segundo instar (L2) e de L2 a adulto; mediana \pm desvio padrão (N; intervalo de variação) de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae) sob quatro temperaturas, fotoperíodo 12 horas e UR 65 \pm 10%.

Estágios	15°C	20°C	25°C	30°C	Kruskal - Wallis
Ovo - L1	0,9; 1 \pm 0,06 (11; 0,8-1) ab	0,9; 0,9 \pm 0,05 (8; 0,8-1) a	0,9; 1 \pm 0,02 (16; 0,9-1) b	0,7; 0,7 \pm 0,06 (10; 0,5-0,8) c	H _(3; 45) = 28,5; p<0,01
L1 - L2	0,8; 0,8 \pm 0,09 (11; 0,6-1) abc	0,9; 0,9 \pm 0,04 (8; 0,8-1) b	0,8; 0,8 \pm 0,11 (16; 0,6-0,9) c	0,7; 0,7 \pm 0,09 (10; 0,6-0,9) c	H _(3; 45) = 12,1; p<0,01
L2 - Adulto	0,8; 0,8 \pm 0,1 (11; 0,5-1) a	0,8; 0,8 \pm 0,08 (8; 0,7-1) a	0,7; 0,7 \pm 0,1 (16; 0,2-1) a	0,7; 0,7 \pm 0,09 (10; 0,6-0,9) a	Não significativo

Os valores foram comparados através do teste Kruskal-Wallis com teste a posteriori de Mann-Whitney, sendo que os valores significativamente diferentes entre as temperaturas (p<0,05) estão acompanhados de letras distintas.

A fertilidade foi menor a 30°C, sendo que ocorreram mais posturas em temperaturas mais elevadas (25 e 30°C). A média de ovos por postura foi menor em 25°C e a média de ovos por fêmea foi menor a 15°C (Tabela III).

Tabela III – Porcentagem de ovos viáveis, média de posturas, média de ovos por postura, média de ovos por fêmea \pm desvio padrão de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae) sob quatro temperaturas, fotoperíodo 12 horas e UR 65 \pm 10%.

Parâmetros	15°C	20°C	25°C	30°C
Viabilidade ovos	0,9 a	0,9 a	0,9 a	0,7 b
Média posturas	4,3 \pm 1,1 a	6,1 \pm 2,1 a	10 \pm 2,7 b	9 \pm 2,21 b
Média ovos/postura	3,4 \pm 0,8 a	4,3 \pm 1,3 b	2,8 \pm 0,5 c	3,9 \pm 1,2 ab
Média ovos/fêmea	15,1 \pm 5,6 a	23,2 \pm 7 ab	28 \pm 8,5 b	27,3 \pm 8,3 b

Os valores foram comparados através do teste Kruskal-Wallis com a posterior de Mann-Whitney, sendo que os valores significativamente diferentes entre as temperaturas (p<0,05) estão acompanhados de letras distintas.

5. DISCUSSÃO

As diferenças do ciclo de vida constatadas no presente estudo corroboram a premissa de que as condições abióticas afetam a biologia da espécie, podem prolongar ou abreviar a longevidade e determinar a viabilidade dos ovos. Tais aspectos biológicos podem afetar o comportamento e a interação de *Euspilotus azureus* na carcaça, bem como a estimativa do IPM por meio de seu tempo de desenvolvimento.

O fato dos ovos não terem se desenvolvido nas temperaturas mais extremas (10°C e 35°C) não está em consonância com as regiões onde *E. azureus* ocorre. Há registros da espécie em localidades como Manaus, onde a temperatura anual varia entre 23,3°C e 33,7°C (INMET 2013), bem como no extremo sul do país cujas temperaturas médias anuais atingem frequentemente 10°C (INMET 2013). A exposição de um inseto a condições controladas, onde a temperatura é constante e sem variação entre temperaturas amenas, é mais custoso para manter o seu metabolismo funcionando por tempo indeterminado, como em casos de altas temperaturas, nas quais o inseto estaria sob condições de desidratação constante (Panizzi & Parra 2009). Deve-se considerar, porém, que em campo há flutuação das condições abióticas, alternando períodos de vulnerabilidade e grande pressão, com momentos de condições mais favoráveis (Parra 2000). A carcaça é um ambiente no qual existem muitos fatores abióticos e bióticos que podem determinar a ocorrência e permanência de uma espécie. Tendo em vista que os histerídeos *Margarinotus striola succicola* (Thomson) e *Saprinus semistriatus* (Scriba) ovipositam no solo próximo a carcaça (Bajerlein *et al.* 2011) e que a temperatura do solo é mais amena do que a da carcaça devido à ausência de massa larval (Vanlaerhoven & Anderson 1999), há possibilidade dos ovos de *E. azureus* também serem sensíveis à temperaturas mais altas.

O fato do ciclo de desenvolvimento de ovo a adulto ser maior com a diminuição da temperatura pode ser explicado por serem animais ectotérmicos. Tendo em vista que a temperatura ambiente tem efeitos diretos sobre praticamente todos os processos fisiológicos de animais ectotérmicos, fazendo com que sob determinadas condições abióticas haja diminuição metabólica (Gotthard 2001). Ressalva-se que alguns organismos são mais resistentes do que outros, determinando o perfil ecológico da espécie como sendo mais generalistas ou mais especialistas (Kelley & Farrell 1998). Em estudos com coccinelídeos predadores *Harmonia axyridis* Pallas (Lamana

& Miller 1998), *Nephus includens* (Kirsch) e *N. bisignatus* (Boheman) (Kontodimas *et al.* 2004) também foi notado uma duração maior no tempo de desenvolvimento em temperaturas baixas. Em histerídeos coprófilos, o tempo total de ovo-adulto foi analisado em *Phelister panamensis* LeConte a 25°C (Summerlin *et al.* 1991), em *Hister coenosus* Erichson e *H. incertus* Marseul a 27°C (Summerlin *et al.* 1981), cujos dados obtidos variaram de 19 e 36 dias, respectivamente. Essa convergência de resultados sugere que, apesar de apresentarem histórias evolutivas diferentes, possa haver uma semelhança entre essas espécies predadoras. A coleopterofauna cadavérica é composta predominantemente por predadores (Goff 1991), sendo que apesar da grande disponibilidade de alimento, há competição entre as espécies (Bajerlein *et al.* 2011). Entretanto, como esses predadores estão abundantemente presentes em várias fases de decomposição (Hanski 1986), é possível estimar o intervalo de morte por sucessão entomológica a partir do conhecimento da ocorrência/permanência de predadores e das taxas de decomposição cadavérica (Bajerlein *et al.* 2011, Matuszewski *et al.* 2010). Contudo, Bajerlein *et al.* (2011) afirmam que, como a biologia de predadores necrófilos é pouco estudada, as inferências acerca da sua utilização na estimativa do IPM por tempo de desenvolvimento são subutilizadas, porém, não impossíveis. Por meio de dados de sucessão e biologia, disponíveis na literatura, pode-se calcular o tempo de morte mínimo com besouros predadores de interesse forense.

O fato da duração dos estágios imaturos diferirem significativamente entre todas as temperaturas testadas sugere que os ovos, as larvas e as pupas sejam mais susceptíveis, ou apresentem respostas mais expressivas aos fatores abióticos do que os adultos, sendo mais dependentes da carcaça pela menor possibilidade de mobilidade. Tal fato é explicado pelas larvas não apresentarem o corpo esclerotizado, tornando-as mais vulneráveis às condições adversas (Costa & Ide 2006). Em pesquisas com histerídeos coprófilos, *H. coenosus* e *H. incertus* (Summerlin *et al.* 1981), a duração do ciclo de vida foi avaliado a 27°C, cujos instares larvais duraram entre 19 e 23 dias. Tais dados foram muito similares ao presente estudo, no qual o tempo total da fase de larva (L1+L2) apresentou uma duração média de 18,8 dias à 25°C. Fato que confirma o estudo em diferentes temperaturas e umidades com *Attagenus fasciatus* (Thunberg) (Coleoptera: Dermestidae) em que as larvas responderam mais expressivamente às alterações ambientais do que os adultos (Ali *et al.* 2010). Em *E. azureus*, os imaturos apresentaram desenvolvimento retardado em 15°C, bem como o coccinélídeo predador invasor *H. axyridis* (Castro *et al.* 2011). Entretanto, para *Ptinus tectus* Boie

(Coleoptera: Ptinidae), 15°C foi estabelecida como temperatura ótima (Ewer & Ewer 1941). A diferença encontrada em comparação com *E. azureus* pode ser justificada pelo fato de *P. tectus* ser proveniente do norte europeu, onde as condições abióticas são diferentes dos ambientes onde a espécie do presente estudo ocorre. Assim, a temperatura é um fator de extrema importância e influencia no tempo de desenvolvimento dos imaturos; uma temperatura mais elevada resulta em um desenvolvimento mais rápido, em comparação a uma temperatura mais baixa.

O fato da viabilidade dos ovos ter sido menor em 30°C pode ser justificado pela aparente maior ocorrência de fungos na criação. A contaminação fúngica é um dos maiores problemas que afeta as criações de insetos (Sikorowski & Lawrence 1994) e foi considerada como fator determinante para a troca de substrato e dieta em um estudo realizado com Curculionidae (Jordão *et al.* 1997). Os insetos, quando expostos a *stress*, como escassez de alimento ou exposição à temperaturas elevadas, podem se tornar mais susceptíveis à ação de agentes patogênicos, refletindo na alteração do seu ciclo de vida e no desenvolvimento dos seus estágios ontogenéticos (Sikorowski & Lawrence 1994, Rampelotti *et al.* 2007). Outra hipótese que pode ser considerada é a desidratação que o ovo sofre em altas temperaturas. Fato registrado em estudo realizado com peso dos ovos de grilos submetidos à diferentes temperaturas, no qual a perda de água foi significativamente maior nas temperaturas mais elevadas e afetou a viabilidade dos mesmos (Browning 1953). Embora os ovos de Insecta apresentem o cório como estrutura externa de proteção, que evita dano mecânico e desidratação, perturbações extremas podem afetar sua viabilidade e seu desenvolvimento (Tuft 1950). As fêmeas de *Margarinotus striola succicola* e *Saprinus semistriatus* ovipositam no solo próximo à carcaça (Bajerlein *et al.* 2011), fato que pode minimizar a exposição à predadores e às condições da carcaça, como o aquecimento provocado pela massa larval de Diptera. Tendo em vista que no presente estudo *E. azureus* realizava migração vertical dentro do recipiente de criação para ovipositar na base, e que os ovos demonstraram sensibilidade a condições de estresse, há possibilidade de *E. azureus* não ovipositar na carcaça em si, como observado em pesquisa com outros histerídeos (Bajerlein *et al.* 2011).

O fato do número de posturas ter sido maior nas temperaturas mais elevadas (25 e 30°C) sugere que essas sejam as temperaturas ótimas para a espécie. A temperatura ótima de uma espécie é caracterizada pelo seu desempenho ótimo, desenvolvimento rápido e maior número de descendentes eclodidos (Roy *et al.* 2002).

Tal fato foi confirmado em estudos com *P. tectus* (Ptinidae) (Ewer & Ewer 1941) e *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) (Cerambycidae) (Keena 2006), nos quais a temperatura ótima ficou próxima de 25°C. Apesar de existirem registros de *E. azureus* ocorrer em locais com temperatura média anual amena (Mise *et al.* 2007), a temperatura na carcaça pode ter variações devido à massa larval de Diptera (Campobasso *et al.* 2001). Logo, a temperatura ótima para oviposição da espécie pode ser entre 25°C e 30°C.

A longevidade do macho e da fêmea foi maior em 15°C, sugerindo que provavelmente essa relação com suas demandas metabólicas (Gotthard 2001). Algumas espécies de Silphidae de importância forense podem alterar seu metabolismo dependendo da condição extrema à qual foram expostas, entrando em hibernação em temperaturas mais frias com intuito de poupar energia (Hwang & Shiao 2010). Mecanismos para suportar situações de *stress* ambiental foram desenvolvidos ao longo da evolução dos insetos, tais como a agregação, quiescência, oligo e diapausa (Panizzi & Parra 2009). Era esperado que nas temperaturas altas o metabolismo fosse acelerado e que devido aos gastos excessivos o indivíduo tivesse uma longevidade menor (Gotthard 2001), fato confirmado no presente estudo. Desta forma, levando em consideração que outros besouros necrófilos hibernaram em condições de temperatura baixa, e que as condições às quais os indivíduos de *E. azureus* foram submetidos eram constantes, há possibilidade do metabolismo dos adultos da espécie ter diminuído à ponto de aumentar sua longevidade.

Embora a temperatura seja um fator abiótico importante, não é o único fator que influencia na aplicação de insetos no âmbito forense. Os diferentes ambientes onde as carcaças ocorrem (Hanski 1986) apresentam diferentes teores de umidade, composição de vegetação, solo, quantidade de luminosidade, altitudes, fatores determinantes para a taxa de decomposição cadavérica e consequente atratividade dos insetos (Matuszewski *et al.* 2010). Em Dermestidae necrófagos australianos foi observado que a temperatura influenciou a sua biologia, mas outros fatores abióticos como a umidade relativa e o fotoperíodo afetaram o ciclo com a mesma relevância (Gerard & Ruf 1997). Fato também registrado em pesquisas realizadas com besouros de produtos estocados (Ewer & Ewer 1941, Punzo & Mutchmor 1980, Throne 1994). Desta forma, apesar do ineditismo do presente estudo, pesquisas com controle de outros coeficientes abióticos são necessárias com intuito de complementação, tendo em vista que diferentes fatores afetam as taxas de decomposição da carcaça, bem

como a ocorrência e abundância da entomofauna cadavérica (Hanski 1986). Tais informações irão se traduzir na possível aplicabilidade de *E. azureus* em casos ligados à forense de regiões com biomas diversificados.

6. CONCLUSÃO

Os dados do presente estudo permitem responder a pergunta inicial se há influência da temperatura no ciclo biológico de *Euspilotus azureus*, confirmando a hipótese que esta afeta o tempo de desenvolvimento. Apesar da temperatura limitar o desenvolvimento em situações extremas (10 e 35°C), *E. azureus* apresenta uma tolerância e adaptabilidade de suas diversas fases ontogenéticas em uma ampla variação térmica, comum em espécies generalistas.

Os aspectos de ciclo de vida do presente estudo fornecem informações para futuras pesquisas forenses. Esses dados, somados ao tempo de chegada da espécie na carcaça, o qual já está disponível na literatura, podem possibilitar a estimativa do IPM.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aballay FH, Arriagada G, Flores GE, Centeno ND. 2012. An illustrated key to and diagnoses of the species of Histeridae (Coleoptera) associated with decaying carcasses in Argentina. **ZooKeys** **261**: 61–84.
- Ali MF, Mashaly AM, Mohammed AA, Mohammed AEM. 2011. Effect of temperature and humidity on the biology of *Attagenus fasciatus* (Thunberg) (Coleoptera: Dermestidae). **Journal of Stored Products Research** **47**: 25-31.
- Archer MS. 2003. Annual variation in arrival and departure times of carrion insects at carcasses: implications for succession studies in forensic entomology. **Journal of Forensic Sciences** **51**: 569–576.
- Bajerlein D, Matuszewski S, Konwerski S. 2011. Insect succession on carrion: seasonality, habitat preference and residency of histerid beetles (Coleoptera:

- Histerid ae) visiting pig carrion exposed in various forests (Wessern Poland). **Polish Journal of Ecology** **59**(4): 787–797.
- Benecke M. 2004. **Forensic Entomology: Arthropods and Corpses**. In Toskos M (Ed.). Forensic Path Ver Vol II. Humana Press. Totowa USA: 207-240.
- Bornemissza GF. 1957. An analysis of arthropod sucession in carion and the effect of its decomposition on the soil fauna. **Australian Journal of Zoology** **5**: 1–2.
- Browning TO. 1953. The influence of temperature and moisture on the uptake and loss of water in the eggs of *Gryllulus Commodus* Walker (Orthoptera-Gryllidae). **Journal of Experimental Biology** **30**(1): 104-115.
- Cakmak I, Karagoz M, Ekmwn ZI, Hazir S, Kaya HK. 2011. Life history of *Sancassania polyphyllae* (Acari: Acaridae) feeding on dissected tissues of its phoretic host, *Polyphylla fullo* (Coleoptera: Scarabaeidae): temperature effects. **Experimental and Applied Acarology** **53**: 41–49.
- Calado DC, Silva MAN. 2002. Avaliação da influência da temperatura sobre o desenvolvimento de *Aedes albopictus*. **Revista Saúde Pública Online** **36**(2): 173-179.
- Campobasso CP, Vella G, Introna F. 2001. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. **Forensic Science International** **120**:18–27.
- Carvalho LML, Thyssen PJ, Linhares AX, Palhares FAB. 2000. A checklist of Arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** **95**: 135–138.
- Carvalho LML, Linhares AX. 2001. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. **Journal of Forensic Science** **46**: 604–608.
- Castro CF, Almeida LM, Penteado RC. 2011. The impact of temperature on biological aspects and life table of *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae). **Florida Entomologist** **94**(4): 923-932.
- Catts EP, Goff ML. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. **Annual Review of Entomology** **27**: 253–272.
- Costa C, Ide S. 2006. Crescimento e muda. In: Costa S, Ide S, Simonka CE. (Eds.). **Insetos imaturos: Metamorfose e Identificação**. Ribeirão Preto: Holos Editora. 249pp.
- Degallier N, Arriagada G, Kanaar P, Moura DP, Tishechkin AK, Caterino MS, Warner WB. 2012. Coleoptera Histeridae de Guyane. VII. Compléments au catalogue avec des données sur la faune du Surinam et une contribution à la connaissance des Sapriniinae. ACOREP-France: **Coléoptères de Guyane**. 33-52.
- Ewer DW, Ewer RF. 1941. The biology and behaviour of *Ptinus tectus* Boie. (Coleoptera, Ptinidae), a pest of stored products. III. The effect of temperature

- and humidity on oviposition, feeding and duration of life cycle. **The Journal of Experimental Biology** **18**: 290-305.
- Gerard PJ, Ruf LD. 1997. Development and biology of the immature stages of *Anthrenocerus australis* Hope (Coleoptera: Dermestidae). **Journal of Stored Products Research** **33**(4): 341-357.
- Goff ML. 1991. Comparison of insects species associated with decomposing remains recovered inside of dwellings and outdoors on the island of Oahu. **Journal of Forensic Science** **36**: 748-753.
- Gotthard K. 2001. Growth strategies of ectothermic animals in temperate environments. **Environment and animal development**. 287-304.
- Gyenge JE, Edelstein JD, Salto C. 1998. Ecologia, comportamento y bionomia: efectos de la temperatura y la dieta en la biología de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** **27**(3): 345-356.
- Hanski I. 1986. Nutritional ecology of dung and carrion feeding insects. In: Slansky F, Rodriguez GJ (Eds.). **Nutritional ecology of insects, mites and spiders**. New York: John Wiley. 1016 pp.
- Headstorm R. 1977. **The Beetles of America**. A. S. Barnes and CO, Cranbury: 169-235.
- Hwang W, Shiao SF. 2010. Dormancy and the influence of photoperiod and temperature on sexual maturity in *Nicrophorus nepalensis* (Coleoptera: Silphidae). **Insect Science** **18**: 225-233
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. 2013. Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas> Acesso em: 20 jun. 2013.
- Jordão AL, Viana AM, Vilela EF. 1997. Criação de imaturos de *Cosmopolites sordidus* (Germar) em dietas natural e artificial. **Revista Ceres** **44**: 592-595.
- Keena MA. 2006. Effects of temperature on *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) adult survival, reproduction, and egg hatch. **Environmental Entomology** **35**(4): 912-921.
- Kelley ST, Farrell BD. 1998. Is specialization a dead end? The phylogeny of host use in *Dendroctonus* bark beetles (Scolytidae). **Evolution** **52**(6): 1731-1743.
- Kontodimas DC, Eliopoulos PA, Stathas GJ, Economou LP. 2004. Comparative Temperature-Dependent Development of *Nephus includens* (Kirsch) and *Nephus bisignatus* (Boheman) (Coleoptera: Coccinellidae) Preying on *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae): Evaluation of a

- Linear and Various Nonlinear Models Using Specific Criteria. **Environmental Entomology** **33**: 2–10.
- Kulshrestha P, Satpathy DK. 2001. Use of beetles in forensic entomology **Forensic Science International** **120**: 15-17.
- Lamana ML, Miller JC. 1998. Field observations on *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) in Oregon. **Biological Control** **6**:232-237.
- Logan J, Bentz B. 1999. Model analysis of mountain pine beetle (Coleoptera: Scolytidae) seasonality. **Environmental Entomology**. **28**(6): 924-934.
- Mann RW, Bass VM, Meadows L. 1990. Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. **Journal of Forensic Sciences** **35**: 103-111.
- Marinoni RC, Ribeiro-Costa CS. 2001. Influence of Temperature and Diet on the Development of *Ulomoides dermestoides* (Fairmaire, 1893) (Coleoptera, Tenebrionidae, Diaperinae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**. **44**(2): 129 – 134.
- Matuszewski S, Bajerlein D, Konwerski S, Szpila K. 2010. Insect succession and carrion decomposition in selected forests of Central Europe. Part 2: Composition and residency patterns of carrion fauna. **Forensic Science International** **195**: 42–51.
- Mazur S. 2011. **A concise catalogue of the Histeridae (Insecta: Coleoptera)**. Warsaw: WULS – SGGW Press. 332 pp.
- Mise KM, Almeida LM, Moura MO. 2007. Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. **Revista Brasileira de Entomologia** **51**(3): 358-368.
- Mise KM, Souza ASB, Campos CM, Keppler RLF, Almeida LA. 2010. Coleoptera associated with pig carcass exposed in a forest reserve, Manaus, Amazonas, Brazil. **Biota Neotropica** **10**: 321-324.
- Monteiro-Filho ELA, Penereiro JL. 1987. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do estado de São Paulo. Brasil. **Revista Brasileira de Biologia** **47**: 289-295
- Moura MO, de Carvalho CJB, Monteiro-Filho ELA. 1997. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance en Curitiba, State of Paraná. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, **92**: 269-274.
- Nava DE, Parra JRP. 2002. Desenvolvimento de uma técnica de criação para *Cerotoma arcuatus* Olivier (Coleoptera: Chrysomelidae) em laboratório. **Neotropical Entomology** **31**(1): 55-62.

- Nuorteva P. 1970. Histerid beetles as predators of blowflies (Diptera, Calliphoridae) in Finland. **Annales Zoologici Fennici** **7**: 195–198.
- Panizzi AR, Parra JRP. 2009. Introdução à bioecologia e nutrição dos insetos como base para o manejo integrado de pragas. *In*: Panizzi AR, Parra JRP. (Eds.). **Bioecologia e nutrição de insetos: Base para o manejo integrado de pragas**. Embrapa Informação Tecnológica. 1163pp.
- Parra JRPA. 2000. **A biologia de insetos e o manejo de pragas: da criação em laboratório ao manejo de campo**. *In*: Guedes JC, Costa ID, Castiglioni E. (Eds.). Bases e técnicas para manejo de insetos. Santa Maria: Pallotti. 1-30.
- Punzo F, Mutchmor JA. 1980. Effects of temperature, relative humidity and period of exposure on the survival capacity of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**. 260-270.
- Rampelotti FT, Ferreira A, Prando HF, Grützmacher AD, Martins JDS, Tcacenco FA, Mattos MLT. 2007. Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin sobre as fases do desenvolvimento de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico São Paulo** **74**: 141-148.
- Richardson MS, Goff ML. 2001. Effects of Temperature and Intraspecific Interaction on the Development of *Dermestes maculatus* (Coleoptera: Dermestidae). **Journal of Medical Entomology** **38**(3): 347-351.
- Roy M, Brodeur J, Cloutier C. 2002. Relationship Between Temperature and Developmental Rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and Its Prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). **Environmental Entomology** **31**(1): 177-187.
- Sikorowski PP, Lawrence AM. 1994. Microbial contamination and insect rearing. **American Entomologist** **40**(4): 240-253.
- Souza AM, Linhares AX. 1997. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. **Medical and Veterinary Entomology** **11**(1): 8-12.
- Summerlin JW, Bay DE, Harris RL, Russel DJ. 1981. Laboratory observations on the life cycle and habits of two species of Histeridae (Coleoptera): *Hister coenosus* and *H. incertus*. **Annals of the Entomological Society of America** **74**(3): 316-319.
- Summerlin JW, Meola SM, Fincher GT, Roth J. 1991. Laboratory observations on the life cycle of *Phelister panamensis* leconte (Coleoptera: Histeridae) including scanning electron microscopy of the life stages. **Journal of Agriculture Entomology** **8**(3): 189-197.

- Tabor KL, Fell RD, Brewster CC. 2005. Insect fauna visiting carrion in Southwest Virginia. **Forensic Science International** **150**: 73-80.
- Throne JE. 1994. Life History of Immature Maize Weevils (Coleoptera: Curculionidae) on Corn Stored at Constant Temperatures and Relative Humidities in the Laboratory. **Environmental Entomology** **23**(6): 1459-1471.
- Tomberlin JK, Albert AM, Byrd JH, Hall DW. 2006. interdisciplinary workshop yields new entomological data for forensic sciences: *Chrysomya rufifacies* (Diptera: Calliphoridae) established in North Carolina. **Journal of Medical Entomology**. 43(6): 1287-1288.
- Tuft PH. 1950. The structure of the insect egg-shell in relation to the respiration of the embryo. **Journal of Experimental Biology** **26**(4): 327-334.
- Vanlaerhoven SL, Anderson GS. 1999. Insect succession on buried carrion in two biogeoclimatic zones of British Columbia. **Journal of Forensic Sciences** **44**: 32-43.

CAPÍTULO III

Influência da temperatura no comportamento de forrageamento de

***Euspilotus azureus* (Sahlberg, 1823) (Coleoptera, Histeridae)**

1. INTRODUÇÃO

A decomposição do organismo animal começa aproximadamente quatro minutos após a morte, a partir da autólise (Vass 2001), que é sucedida por fungos, bactérias e artrópodos (Nuorteva 1977). Os insetos que compõem a fauna cadavérica são classificados de acordo com seu hábito alimentar em: necrófagos, parasitas, predadores, onívoros e acidentais (Keh 1985, Smith 1986, Catts & Goff 1992, Caneparo *et al.* 2012). Os necrófagos consomem as proteínas dos tecidos do cadáver (Keh 1985). Os parasitas e predadores necessitam de outro artrópodo para completar o seu desenvolvimento, sendo que os predadores se alimentam diretamente das formas adultas e ou imaturas da fauna associada (Keh 1985, Catts & Goff 1992). Os onívoros alimentam-se tanto do cadáver quanto da fauna presente (Keh 1985, Smith 1986). Os acidentais são os insetos que ocorrem ao acaso, não apresentando nenhum vínculo com o cadáver (Catts & Goff 1992).

Dentre a entomofauna cadavérica, Coleoptera destaca-se como uma das ordens de maior interesse médico-criminal, por ser a evidência mais indicada para determinar as circunstâncias da morte e o intervalo pós-morte (IPM) em casos de decomposição avançada (Kulshrestha & Satpathy 2001). Os besouros de interesse forense podem apresentar hábito necrófago, onívoro e predador, sendo o último o mais frequente nessa ordem (Hanski 1986, Goff 1991, Mise *et al.* 2007). Dentre as famílias de importância forense que apresentam hábito exclusivamente predador encontra-se Histeridae (Catts & Goff 1992). No Brasil, Histeridae destaca-se como uma das famílias de maior ocorrência em carcaças (Monteiro-Filho & Penereiro 1987, Carvalho *et al.* 2000, Carvalho & Linhares 2001, Mise *et al.* 2007, Mise *et al.* 2010), sendo suas espécies encontradas nos estágios iniciais da decomposição (Rodriguez & Bass 1983, White 1983, Kovarik & Caterino 2001, Mise *et al.* 2007). O gênero *Euspilotus* (Lewis, 1907) é um dos representantes de Histeridae mais coletados em estudos forenses no Brasil (Souza & Linhares 1997, Mise *et al.* 2007, Mise *et al.* 2010). *Euspilotus azureus* um dos histerídeos mais registrados em carcaças na América do Sul (D. P. Moura *comunicação pessoal*). Contudo, apesar de ser evidente a importância de *E. azureus* nessa área, pouco se conhece acerca de seu comportamento e biologia (Bajerlein *et al.* 2011). O entendimento desses aspectos é imprescindível para compreender como a espécie utiliza os recursos alimentares disponíveis.

A temperatura afeta o consumo alimentar de inúmeras espécies de Coleoptera predadoras (Canhilal *et al.* 2001, Cardoso & Lázzari 2003, Kontodimas *et al.* 2004), sendo que tanto as condições abióticas, quanto a qualidade e quantidade da dieta podem afetar o comportamento de forrageamento dos indivíduos (Cardoso & Lázzari 2003). A pergunta norteadora do presente estudo é se o efeito da quantidade da dieta e fatores abióticos, tais como a temperatura, influenciam no comportamento de *E. azureus*, refletindo no seu perfil ecológico. Desta forma, hipotetiza-se que tanto a disponibilidade alimentar quanto a temperatura podem afetar o comportamento de forrageamento e o consumo da referida espécie predadora.

2. OBJETIVOS

Avaliar a influência da temperatura no comportamento de forrageamento de *Euspilotus azureus*.

2.1. Específicos

- Avaliar a capacidade de consumo dos imaturos e adultos de *E. azureus* em diferentes temperaturas.
- Categorizar e descrever os padrões motores e comportamentos de forrageamento da espécie.
- Registrar a duração e a frequência dos comportamentos exibidos entre em diferentes temperaturas e analisá-los comparativamente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), no período de julho de 2011 a maio de 2013. Os indivíduos de *Euspilotus azureus* foram

obtidos por meio de coleta manual e atraídos com fragmentos de carne de frango ou de porco na Mata Viva do Centro Politécnico da UFPR (Fig. 1 do Capítulo I).

3.1. Criação estoque de *Euspilotus azureus*

O estabelecimento de uma criação estoque de *E. azureus* e de uma criação suporte de *Sarconesia chlorogaster* (Wiedemann, 1830) (Diptera) foram necessárias. Assim, foi realizado o mesmo procedimento de obtenção e manutenção descrito no Capítulo I.

3.2. Consumo alimentar em *Euspilotus azureus*

O experimento de capacidade de consumo alimentar foi realizado com a geração proveniente da criação estoque e mantido em seis temperaturas (10, 15, 20, 25, 30 e 35°C). Os indivíduos de cada estágio ontogenético foram individualizados em recipientes plásticos (100mL) contendo terra vegetal comercial e papel filtro umedecido para evitar desidratação. Para testar a capacidade de consumo, um experimento piloto à 25°C foi realizado, no qual cinco larvas de Diptera em segundo instar eram ofertadas para cada indivíduo e o número de larvas consumidas foi monitorado diariamente. Nesse experimento piloto o número máximo de larvas consumidas foi três, e desta forma, três larvas de *S. chlorogaster* de segundo instar foram ofertadas para os indivíduos de *E. azureus* em diferentes estágios de desenvolvimento (Fig. 1). O experimento foi realizado com 100 indivíduos em cada estágio de desenvolvimento (L1, L2 e adulto (♂ e ♀)) nas seis temperaturas.

Três larvas de 2º instar de *Sarconesia chlorogaster*

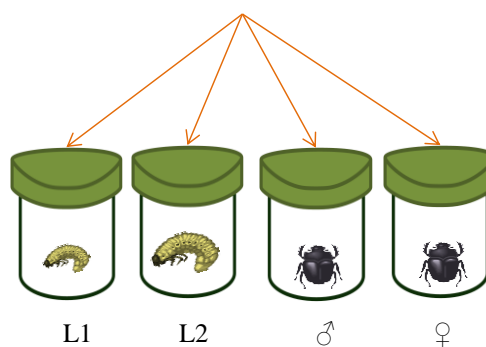


Figura 1 – Esquema da metodologia utilizada no experimento de capacidade de consumo alimentar dos diferentes estágios de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae) em diferentes temperaturas.

3.3. Comportamento de forrageamento em *Euspilotus azureus*

Os indivíduos, provenientes da criação estoque (N=60 por estágio), foram observados em recipiente de plástico de criação com capacidade de 100 mL, contendo terra vegetal comercial peneirada e papel filtro umedecido para evitar a desidratação. Uma larva de *S. chlorogaster* foi ofertada em cada recipiente. A quantificação de comportamentos e padrões motores exibidos foi registrada a olho nu e os dados de duração por meio de cronômetro eletrônico.

3.4. Procedimentos estatísticos

Os comportamentos, categorias comportamentais e padrões motores registrados nas diferentes temperaturas foram identificados, descritos, cronometrados e quantificados. O teste qui-quadrado foi utilizado para avaliar os dados de frequência do etograma do comportamento de forrageamento entre as diferentes temperaturas. Os testes não paramétricos Kruskal-Wallis e Mann-Whitney foram utilizados para analisar os dados de consumo médio e da duração média das categorias comportamentais, os quais não apresentaram distribuição normal. Todas as análises foram realizadas pelo software STATISTICA 7.0.

Os comportamentos dos machos e das fêmeas foram analisados separadamente. Contudo, para a elaboração do etograma de forrageamento foram analisados juntos, como adultos.

4. RESULTADOS

Nos experimentos de forrageamento, as larvas não eclodiram em 10°C e 35°C, portanto, tais temperaturas foram excluídas das análises. Em seguida, foram feitas tentativas de criação de larvas L1 e L2 nessas temperaturas, que não se desenvolveram, assim como os adultos, os quais sobreviveram, porém não se alimentaram.

4.1. Consumo alimentar em *Euspilotus azureus*

O primeiro instar (L1) não foi considerado na análise, pois em estudos preliminares observou-se que os indivíduos que se encontravam nesse estágio morriam na presença de duas ou mais larvas de *S. chlorogaster*. Portanto, a metodologia não pode ser adotada para L1 e, desta forma, apenas o estágio L2, adulto fêmea e adulto macho puderam ser comparados (Tabela I).

Tabela I. Frequência média do consumo diário de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae) mantidos em quatro temperaturas.

Temperatura	L2	F	M
15°C	0,262 aA	0,341 aB	0,392 aC
20°C	0,346 bA	0,392 bB	0,418 aB
25°C	0,347 bA	0,403 bB	0,418 aB
30°C	0,343 bA	0,424 cB	0,422 aB

As medianas foram comparadas através dos testes Kruskal-Wallis com teste a posteriori de Mann-Whitney que os valores significativamente diferentes ($p < 0,05$) estão acompanhados por letras distintas. As letras minúsculas nas linhas indicam diferenças significativas entre as temperaturas, e maiúsculas entre os estágios ontogenéticos.

4.2. Descrição dos comportamentos de forrageamento de *Euspilotus azureus*

O comportamento de forrageamento de *E. azureus* foi caracterizado através da quantificação de 251 atos comportamentais registrados nos adultos e larvas de primeiro e segundo ínstaes, agrupados em quatro categorias comportamentais (percepção, reconhecimento da presa, ataque e consumo da presa), contendo 19 padrões motores.

4.2.1. Percepção

A categoria comportamental de percepção durou em média $20,2 \pm 9,8$ segundos ($N=251$; 6-43) e não diferiu significativamente entre as temperaturas. A percepção de *E. azureus* apresentou quatro padrões motores: locomoção, imobilização, ação de repousar e enterrar. A locomoção foi registrada em todos os estágios e nas larvas diferiu dos adultos devido à forma do corpo. A larva movimentava as pernas aleatoriamente,

mantendo o corpo paralelo ou encostado no substrato, sendo que o movimento ondular do corpo da larva auxiliava na locomoção. O adulto movimentava as pernas ordenadamente, mantendo seu corpo paralelo ao substrato. A ordem de pernas foi sequencial, mantendo-se sempre com, pelo menos, três pernas no substrato. A locomoção foi o padrão motor mais frequente após a oferta do alimento em larva de primeiro (L1) (Fig. 2) e de segundo (L2) instares (Fig. 3). Na imobilização, o indivíduo permanecia estático com o corpo paralelo ao substrato. A imobilidade na larva pode ser em posição de alerta na qual a porção anterior do corpo permanecia elevada em 30° do substrato. A imobilização no adulto foi registrada apenas na categoria comportamental de percepção. Entretanto na larva a imobilidade foi registrada na categoria comportamental de percepção da presa e ataque. Esse padrão motor foi estatisticamente mais frequente no adulto após a oferta do alimento, sendo seguido mais frequentemente por locomoção e movimento de antenas (Fig. 4). O repouso sempre foi registrado após o consumo em todos os estágios e caracterizou-se pela permanência imóvel do indivíduo, paralelo ao substrato, sem interação com o ambiente, alimento ou co-específico, com as pernas próximas ao corpo. O repouso não diferiu estatisticamente entre as temperaturas em nenhum estágio de desenvolvimento.

4.2.2. Reconhecimento da presa

A duração média da fase de reconhecimento em *E. azureus* foi $13,4 \pm 9,2$ segundos (N=251; 5-40) diferindo significativamente entre as temperaturas mais baixas (15°C e 20°C) e as mais elevadas (25°C e 30°C) (Tabela II). No reconhecimento foram registrados seis padrões motores: aproximação, espreita, recuo, movimento de palpos, movimento de antenas e toque no corpo da presa. Contudo, apenas a categoria comportamental de aproximação foi comum a todos os estágios, consistindo em uma variação do padrão motor de locomoção, e diferenciou-se devido ao movimento das mandíbulas, que pode ser simultâneo ao movimento de antenas e palpos. O padrão motor de espreita ocorreu após o padrão motor de enterrar, sendo registrado apenas nos imaturos e não diferindo significativamente entre as temperaturas (Figs. 2 e 3). A larva, que se encontrava enterrada, posicionava a região da cápsula cefálica para fora da terra e se mantinha imóvel aguardando a presa se aproximar. O recuo foi um padrão motor registrado apenas em larvas L2, ocorrendo após a locomoção e sendo mais frequente em temperaturas intermediárias (20°C e 25°C) (Fig. 3). O recuo foi caracterizado pela

tentativa da larva em subir na parede do recipiente onde estava acondicionada. Após o padrão motor de recuo, a larva em L2 se locomovia, ficava em imobilidade ou se enterrava, sendo o último padrão motor a opção mais frequente (Fig. 3). O movimento de palpos e antenas foi registrado apenas em adultos, podendo ocorrer simultaneamente, associados à locomoção ou à imobilidade, sendo que não diferiram significativamente entre as temperaturas. Os movimentos de palpos foram aleatórios, já os de antenas podiam ser aleatórios, circulares ou no sentido antero-posterior. O toque no corpo da presa foi registrado apenas para adultos, sendo significativamente mais frequente nas temperaturas mais baixas (15°C e 20 °C) (Fig. 4). Esse padrão motor foi caracterizado pelo toque de antenas e palpos ao longo do corpo da larva de *S. chlorogaster*, antes do ataque.

4.2.3. Ataque

O ataque apresentou duração média $23,7 \pm 15,6$ segundos (N=251; 8-61) e não diferiu estatisticamente entre as temperaturas. A categoria comportamental de ataque apresentou sete padrões motores: ataque, mordida curta, mordida longa, mordida única, puxão, movimento lateral e soltar alimento. O padrão motor de ataque foi exibido por todos os estágios ontogenéticos de *E. azureus*, sendo caracterizado a partir da aproximação do indivíduo até a presa ou da passagem da presa próxima ao indivíduo. O indivíduo podia atacar a larva de Diptera com três tipos de mordidas: curta, longa e única. A mordida curta foi registrada em L1 e no adulto, não sendo significativamente diferente entre as temperaturas de nenhuma das fases de desenvolvimento de *E. azureus*. Esse padrão motor foi caracterizado por uma investida única por meio da inserção e consecutiva retirada da mandíbula do indivíduo na derme da presa. O consumo foi iniciado somente após o extravasamento do conteúdo visceral da larva de *S. chlorogaster*. A mordida longa foi registrada em todos os estágios ontogenéticos da espécie, em L1 não apresentou diferenças estatísticas entre as temperaturas. Porém, em L2 e adulto a frequência desse padrão motor foi significativamente maior nas temperaturas mais elevadas (Figs. 3 e 4). A mordida longa foi caracterizada por uma investida única, na qual o indivíduo conteve a larva de Diptera com a mandíbula até ser derrubado pelos movimentos da presa ou desistir da luta. O consumo foi iniciado apenas após o extravasamento do conteúdo visceral da presa. A mordida única ocorreu em todos os estágios de desenvolvimento de *E. azureus*, não apresentou diferenças

significativas entre as temperaturas, diferindo da mordida longa por conter a presa até cessar o movimento e consumo direto da larva durante a investida. O puxão foi registrado para L2 e adultos, ocorrendo após o ataque com mordida longa, no qual o indivíduo luta com a presa. A larva de *E. azureus* manteve a mandíbula inserida na derme da presa, com o abdome apoiado no substrato, podendo estar com o terceiro par de pernas apoiado ou não no substrato e então movimentava o corpo com trações no sentido antero-posterior. O adulto manteve a mandíbula inserida na presa e com os segundo e terceiro pares de pernas, ou somente o terceiro par de pernas, apoiados no substrato, movimentava a cabeça no sentido antero-posterior ou lateralmente. O padrão motor de movimento lateral foi registrado durante a mordida longa apenas para L2. Foi caracterizado pelo deslocamento lateral em “S” realizados pela larva em L2 com intuito de perfurar a derme e dominar a larva de *S. chlorogaster*. O padrão motor de soltar o alimento pode ocorrer no adulto e L1 após a mordida curta (Figs. 2 e 4), longa e o consumo. Já em L2 ocorreu após o movimento lateral ou puxão, sendo significativamente mais frequente em 25°C (Fig. 3).

4.2.4. Consumo da presa

O consumo em *E. azureus* durou em média $25,4 \pm 9,5$ segundos (N=251; 5-39), não diferindo significativamente entre as temperaturas. Esta categoria comportamental é composta exclusivamente pelo padrão motor de consumo, sendo exibido por todos os estágios de desenvolvimento. Nas larvas de primeiro instar, o consumo foi mais frequente em temperaturas mais baixas (15°C e 20°C) (Fig. 2). Nas larvas L2 o consumo foi mais frequente em 20°C e 30°C (Fig. 3), já no adulto, o consumo apresentou maior frequência em 20°C (Fig. 4). No padrão motor consumo, o corpo do indivíduo se manteve em paralelo ao substrato, a cabeça direcionada no sentido antero-posterior, sendo que no caso dos adultos, as antenas movimentavam-se aleatoriamente e as pernas permaneciam flexionadas.

Tabela II. Duração média (segundos); mediana \pm desvio padrão (N; intervalo de variação) de cada categoria comportamental de forrageamento de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae), mantidos em quatro temperaturas.

Categoria Comportamental	15°C	20°C	25°C	30°C	Kruskal - Wallis
Percepção	20,7; 19 \pm 10,4 (60; 6-41) a	20; 17,5 \pm 10,1 (60; 6-41) a	19,6; 18 \pm 9,6 (68; 8-43) a	20,5; 18 \pm 9,4 (63; 8-43) a	Não significativo
Reconhecimento	20,1; 18 \pm 10,1 (60; 5-40) a	19,3; 16 \pm 9,9 (60; 5-40) a	7,8; 8 \pm 2 (68; 6-13) b	7,7; 8 \pm 1,9 (63; 5-40) b	H _(3; 250) =123,8; p<0,01
Ataque	22; 16 \pm 15,6 (60; 8-59) a	23,4; 16 \pm 16,1 (60; 8-59) a	25,2; 18 \pm 15,9 (68; 10-61) a	24,1; 18 \pm 15 (63; 8-61) a	Não significativo
Consumo	24,3; 11 \pm 9,6 (60; 5-37) a	24,5; 11 \pm 9,6 (60; 5-37) a	26,5; 13 \pm 9,2 (68; 7-39) a	26,2; 12 \pm 9,5 (63; 7-39) a	Não significativo

Os valores foram comparados através do teste Kruskal-Wallis com teste a posteriori de Mann-Whitney, sendo que os valores significativamente diferentes entre as temperaturas ($p<0,05$) estão acompanhados de letras distintas.

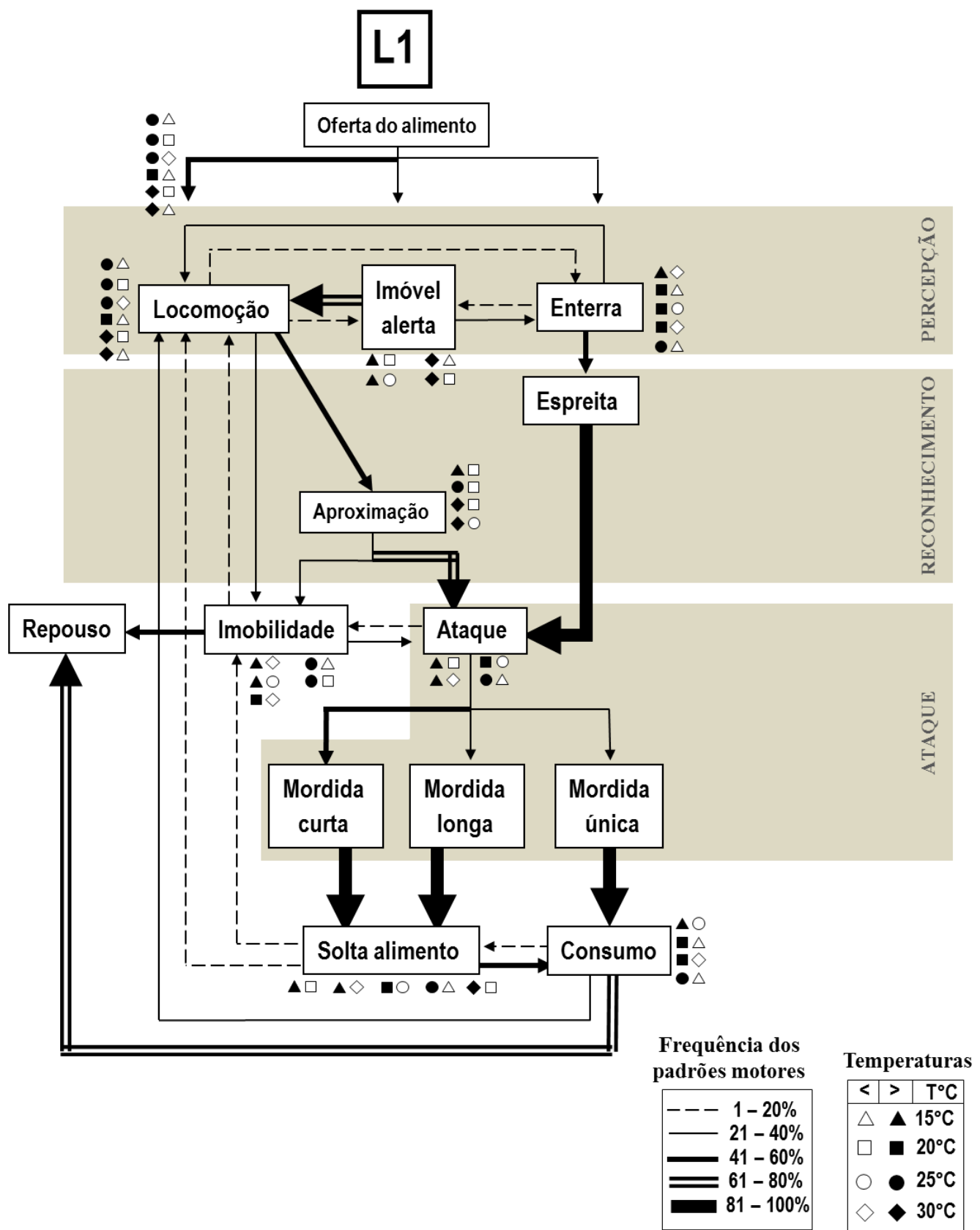


Figura 2 – Etograma dos padrões motores do comportamento de forrageamento da larva de primeiro instar (L1) de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae). Frequência dos padrões motores representada pelas linhas. Temperaturas representadas pelos polígonos, sendo os pretos estatisticamente maiores que os brancos.

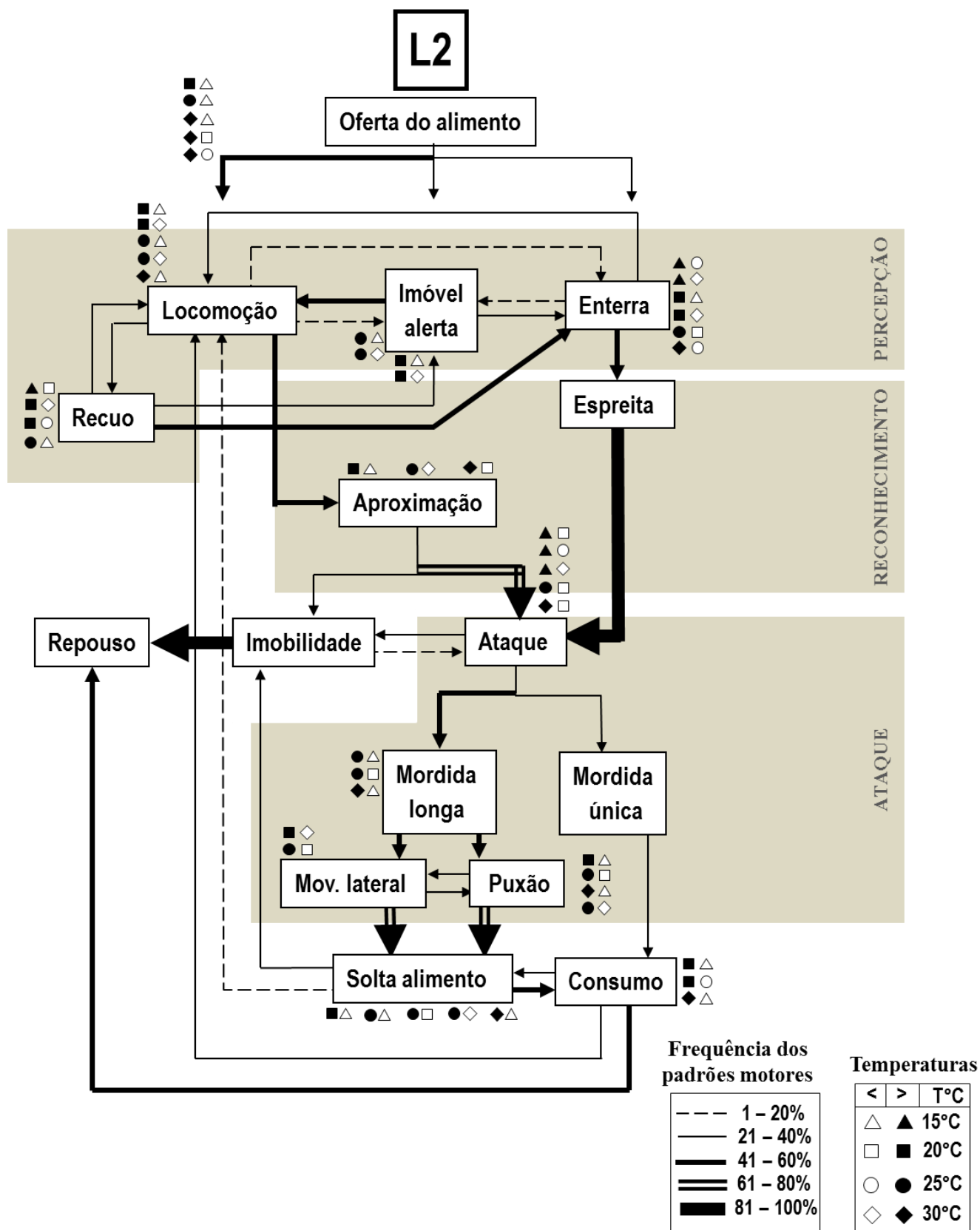


Figura 3 – Etograma dos padrões motores do comportamento de forrageamento da larva de segundo instar (L2) de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae). Frequência dos padrões motores representada pelas linhas. Temperaturas representadas pelos polígonos, sendo os pretos estatisticamente maiores que os brancos.

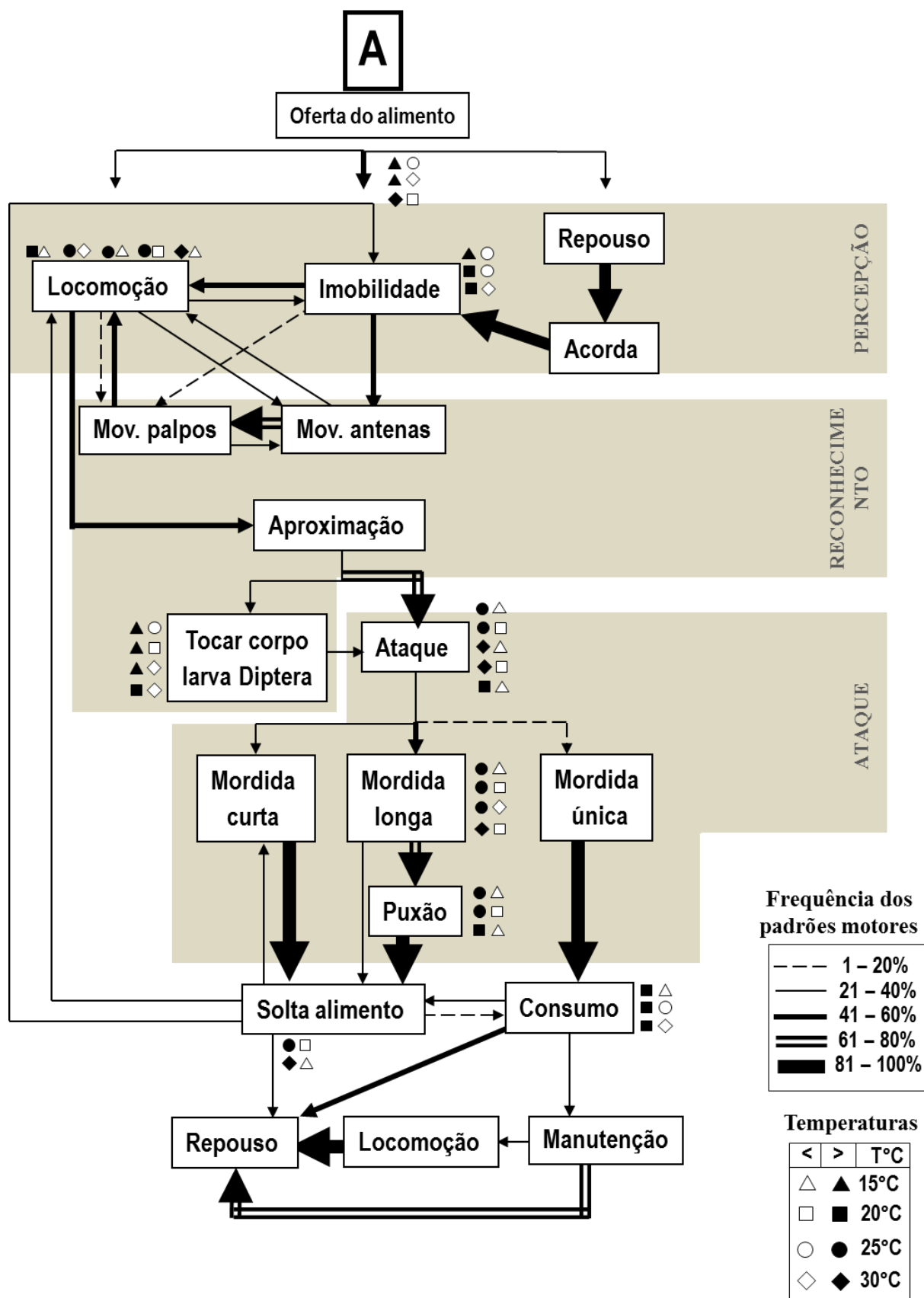


Figura 4 – Etograma dos padrões motores do comportamento de forrageamento dos adultos (A) de *Euspilotus azureus* (Coleoptera, Histeridae). Frequência dos padrões motores representada pelas linhas. Temperaturas representadas pelos polígonos, sendo os pretos estatisticamente maiores que os brancos.

5. DISCUSSÃO

Os resultados relativos ao forrageamento de *Euspilotus azureus* em diferentes temperaturas sugerem que essa variável abiótica influencia o consumo alimentar, no entanto, não suportam a premissa de que a temperatura seja o fator limitante na duração dos padrões motores da larva e do adulto, se considerada aquelas que possibilitem a sobrevivência. Tal fato, somado à exibição de um repertório comportamental essereotipado, comum em outras espécies, sugere que *E. azureus* provavelmente apresente um hábito alimentar generalista.

O fato do consumo diário das larvas e fêmeas ter sido menor em 15°C pode ser explicado pelo baixo gasto metabólico e consequente menor necessidade ou disposição para a procura por presa, como registrado em um estudo que quantificou a predação de Muscidae (Diptera) por *Carcinops pumilio* (Erichson) (Histeridae) (Geden & Axtell 1988). O mesmo ocorreu nas espécies de Coccinellidae, *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus), *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville e *Eriopis connexa* (German), cujo consumo foi menor em temperaturas mais baixas (Cardoso & Lázari 2003). A busca por presa também pode ser afetada pela temperatura nos histerídeos coprófilos *Phelister haemorrhous* Marseul *Phelister panamensis* LeConte, em algumas espécies há preferência de predação específica de ovos de dípteros (Summerlin *et al.* 1991). Vale ressaltar que a disponibilidade de imaturos de Diptera em uma carcaça é alta, uma vez que as fêmeas ovipositam imediatamente após o encontro do cadáver (Smith 1986). Os imaturos de Diptera são abundantes durante a maior parte das fases de decomposição (Salviano *et al.* 1996). Assim, os histerídeos, cuja ocorrência na carcaça é associada à presença de imaturos de Diptera (Horenstein *et al.* 2011, Bajerlein *et al.* 2011), possuem alta disponibilidade de ovos e larvas para consumo. Logo, mesmo em condições de metabolismo retardado, a procura por alimento não se torna custosa. Outro fator a ser considerado para explicar o maior consumo em temperaturas mais elevadas no presente estudo pode ser o fato dos indivíduos terem sido alimentados diariamente. Os predadores, em geral, não possuem alta disponibilidade de presa constantemente (Dixon 2000, Anderson *et al.* 2001), sendo que, em outros artrópodos, tais como *Loxosceles intermedia* Mello-Leitão (Araneae, Sicariidae), dependendo da quantidade de alimento ingerida podem suspender o consumo por vários dias (Fischer & Krechmer 2007). Apesar da carcaça ser uma fonte de recurso alimentar abundante,

é efêmera (Hanski 1986). Desta forma, há possibilidade das espécies ali presentes se alimentarem diariamente atingindo sua capacidade máxima de consumo, pois não tem garantia se irão encontrar outro sítio com a mesma abundância de recursos.

O consumo diário dos machos e das fêmeas foi maior do que da larva de *E. azureus* em todas as temperaturas, fato que pode ser explicado pela necessidade maior de energia dos adultos para a procura de novos sítios de reprodução e alimentação na falta ou escassez de alimento (Hodek & Honek 1996). Em um estudo sazonal realizado em carcaça com *Margarinotus striola succicola* (Thomson) e *Saprinus semistriatus* (Scriba) (Histeridae), as larvas se desenvolveram no solo próximo à carcaça, enquanto os adultos visitaram a carcaça (Bajerlein *et al.* 2011). Os imaturos de Diptera são abundantes em grande parte da decomposição cadavérica (Moura *et al.* 1997) e quando a taxa desses imaturos começa a diminuir, os histerídeos adultos abandonam o sítio atual em busca de um novo (Bajerlein *et al.* 2011). E em casos de predadores que competem entre si na carcaça pode haver influência da sazonalidade ou especificidade à presa (Bajerlein *et al.* 2011). Vale ressaltar que segundo estudos de sucessão realizados em Curitiba, *E. azureus* leva aproximadamente uma semana para chegar até carcaça (Mise *et al.* 2007). Tal fato somado à duração média de ovo à pupa de *E. azureus* (26,1 dias) (ver Capítulo II) resulta em um período correspondente à presença de imaturos de dípteros na carcaça (Horenstein *et al.* 2011). Assim, *E. azureus* possui alimento disponível durante toda a sua fase larval para completar seu ciclo.

Somente uma, das quatro, categorias comportamentais exibidas por *E. azureus* apresentou diferenças entre as temperaturas quanto à duração. Contudo, a temperatura influenciou nas frequências de exibição dos padrões motores nos diferentes estágios de desenvolvimento, fato esperado, tendo em vista que apresentam diferenças morfológicas e fisiológicas, característica de insetos holometábolos (Costa & Vanin 2006), bem como na sua função ecológica no ambiente que vivem. A composição do repertório comportamental de uma espécie pode refletir na sua capacidade de se adaptar ou não às alterações ambientais ou condições adversas, caracterizando-a como generalista ou especialista (Kelley & Farrell 1998). Tendo em vista que *E. azureus* apresentou um repertório comportamental essereotipado e que a temperatura não afetou a frequência e sequência dos padrões motores do comportamento de forrageamento, é possível que a espécie apresente um padrão generalista. Fato que ocorre em animais que aproveitam recursos efêmeros, mas que, na ausência desses recursos, provavelmente utilizam outros sítios alimentares, tais como matéria orgânica

em decomposição.

As quatro categorias comportamentais do presente estudo foram registradas também em outros histerídeos, como *Carcinops pumilio* e *Phelister haemorrhous* Marseul que exibiram as categorias de ataque e consumo (Geden & Axtell 1988, Summerlin *et al.* 1991). Em coccinelídeos predadores, *Nephaspis oculatus* (Blatchley) e *Delphastus catalinae* (LeConte) foram assinaladas as categorias de reconhecimento e consumo (Liu & Stansly 1999), já em *L. intermedia*, as categorias comportamentais percepção e reconhecimento (Fisher & Krechemer 2007). Apesar da temperatura não ser fator determinante na duração das categorias comportamentais, a ocorrência dessas em outras espécies predadoras, pode indicar que *E. azureus* possa apresentar um padrão de interação com a presa comum a diferentes predadores, o que sugere um perfil ecológico oportunista para a espécie em questão.

A única categoria comportamental que diferiu significativamente entre as temperaturas, quanto a sua duração, foi o reconhecimento, sendo evidenciado que *E. azureus* demanda mais tempo para reconhecer a presa nas temperaturas mais baixas (15°C e 20°C) do que nas mais altas (25°C e 30°C). Tal fato sugere que a baixa volatilidade de alguns compostos em temperaturas amenas retarda a percepção dos insetos (Statheropoulos *et al.* 2007). O tamanho e a forma dos palpos maxilares, bem como a presença e o número de sensilas receptivas em seu ápice, podem influenciar na velocidade e na eficiência da procura do alimento em Coccinellidae predadores (Barbier *et al.* 1996). Larvas e adultos dos predadores *N. oculatus* e *D. catalinae* somente reconhecem a presa após tocar seu corpo com o aparelho bucal ou com as pernas posteriores (Liu & Stansly 1999), comportamento também exibido nos adultos de *E. azureus*. Isso sugere que haja uma necessidade do contato para o reconhecimento da presa ou do co-específico, tendo em vista que há uma quantidade considerável de compostos produzidos pelo processo de decomposição da carcaça e pela fauna associada que, apesar de ser em baixas concentrações (Statheropoulos *et al.* 2007), podem interferir nos diferentes estímulos químicos percebidos pelas antenas dos insetos de carcaça (Wasserman & Itagaki 2003, Von Hoermann *et al.* 2011). Contudo, os aspectos de volatilidade de compostos emitidos tanto pela carcaça quanto pelos insetos associados são vagamente compreendidos (Dekeirsschieter *et al.* 2009, Matuszewski & Szafalowicz 2013). Em uma pesquisa com voláteis da carcaça e a espécie necrófaga *Dermestidae maculatus* De Geer (Dermestidae), o macho era atraído pelos voláteis da carcaça, já a fêmea somente foi atraída se o feromônio do macho

fosse percebido junto com os voláteis cadavéricos (Von Hoermann *et al.* 2011). Desta forma, pode ser que os compostos atrativos para *E. azureus* apresentem sistema parecido com *D. maculatus*, e que a espécie possa ser atraída somente pelos voláteis emitidos pela presa, ou pelos compostos da carcaça somados aos da presa, ou os voláteis da presa somado ao da fêmea da espécie. Estudos aprofundados acerca desses aspectos são importantes para, juntamente com os dados do presente estudo, compreender os fundamentos de atratividade e permanência de *E. azureus* na carcaça.

A duração média da categoria comportamental de consumo de *E. azureus* não diferiu significativamente entre as temperaturas e não manteve o padrão observado em estudos com outros predadores. A duração média do consumo do presente estudo foi pelo menos duas vezes menor do que o registrado nos coccinelídeos predadores de Hemiptera, *N. oculatus* e *D. catalinae* (Liu & Stansly 1999). Tal diferença pode ser justificada pelo tipo de presa e ambiente dessas espécies. Adaptações morfológicas nos predadores em relação à sua presa já foram registradas em Coccinellidae coccidófagos, nos quais o dente apical da mandíbula é muito afilado e serve para cortar e retirar a carapaça endurecida que cobre a presa (Samways & Wilson 1988, Almeida & Ribeiro-Costa 2009). Já os histerídeos são considerados predadores generalistas de dípteros e seu sucesso evolutivo é atribuído à adaptação para predação de imaturos que habitam organismos em decomposição (Mazur 2005). Outro fator relevante é a diferença de ambientes de ocorrência dessas espécies. Os coccinelídeos afidófagos normalmente são encontrados na planta hospedeira onde sua presa habita (Hodek 1993). Já o ambiente em que *E. azureus* ocorre, apesar de apresentar abundância alimentar, é passageiro e instável (Hanski 1986), no qual pode haver competição com outros histerídeos e predadores que ali co-habitam (Bajerlein *et al.* 2011). Desta forma, seria menos custoso investir, predação e consumir mais rapidamente. Vale a pena ressaltar que estudos de predação em Histeridae usualmente quantificam as larvas atacadas, podendo ser consumidas parcialmente ou não (Geden & Axtell 1988, Summerlin *et al.* 1991). Já em Coccinellidae afidófagos, a antifação é relativa a indivíduos atacados e consumidos totalmente. Desta forma, o tempo despendido por *E. azureus* para concluir o consumo pode estar sendo subestimado no presente estudo, tendo em vista que, o ataque somado ao consumo da presa inteira demoraria mais do que o ataque e consumo parcial.

6. CONCLUSÃO

Os dados do presente estudo sugerem que *Euspilotus azureus* apresenta um repertório comportamental de forrageamento generalista, comum em outras espécies. A pergunta inicial do presente estudo se o efeito da temperatura e dieta afetariam o comportamento da espécie foi respondida, confirmando a hipótese de que a temperatura seria influente no consumo e comportamento alimentar. Entretanto, na duração das categorias comportamentais a temperatura não apresentou influencia significativa. A baixa influência da temperatura na duração das categorias comportamentais condiz com um hábito mais flexível e oportunista, corroborando pelo o ambiente efêmero no qual habitam, podendo provavelmente habitar outros locais com matéria orgânica em decomposição que contenham presas. A análise do consumo e do comportamento de forrageamento de *E. azureus* é uma importante ferramenta para compreender como essa espécie utiliza os recursos alimentares da carcaça, fornecendo base para estudos futuros acerca de seu papel na sucessão entomológica e competição com predadores.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida LM, Ribeiro-Costa CS. 2009. Coleópteros predadores (Coccinellidae). In: Panizzi AR, Parra JRP. (Eds.). **Bioecologia e Nutrição de Insetos**. Editoras EMBRAPA. 1164 pp.
- Anderson MT, Kiesecker JM, Chivers DP, Blaustein AR. 2001. The direct and indirect effects of temperature on a predator prey relationship. **Canadian journal of zoology** 79(10): 1834-1841.
- Bajerlein D, Matuszewski S, Konwerski S. 2011. Insect succession on carrion: seasonality, habitat preference and residency of histerid beetles (Coleoptera: Histeridae) visiting pig carrion exposed in various forests (Western Poland). **Polish Journal of Ecology** 59(4): 787-797.
- Barbier R, Lelannic J, Brun J. 1996. Récepteurs sensoriels des palpes maxillaires et Coccinellidae adultes aphidophages, coccidophages et phytophages. **Bulletin de la Société Zoologique de France** 121: 255-268.

- Caneparo MFC, Corrêa RC, Mise KM, Almeida LM. 2012. Entomologia médico-criminal. **Estudos de Biologia - Ambiente e Diversidade** 34(83): 215-223.
- Canhilal R, Uygun N, Carner GR. 2001. Effects of temperature on development and reproduction of a predatory beetle, *Nephus includes* Kirsch (Coleoptera: Coccinellidae). **Journal of Agricultural and Urban Entomology** 18(2):117-125.
- Cardoso JT, Lázari SNM. 2003. Consumption of *Cinara* spp. (Hemiptera, Aphididae) by *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) and *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, 1842 (Coleoptera, Coccinellidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 47(4): 559-562
- Carvalho LML, Thyssen PJ, Linhares AX, Palhares FAB. 2000. A checklist of Arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz** 95: 135–138.
- Carvalho LML, Linhares AX. 2001. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. **Journal of Forensic Science** 46: 604–608.
- Catts EP, Goff ML. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. **Annual Review of Entomology** 27: 253–272.
- Costa C, Vanin SA. 2006. Metamorfose e evolução. In: Costa S, Ide S, Simonka CE. (Eds.). **Insetos imaturos: Metamorfose e Identificação**. Ribeirão Preto: Holos Editora. 249pp.
- Dekeirsschieter J, Verheggen FJ, Gohy M, Hubrecht F, Bourguignon L, Lognay G, Haubruge E. 2009. Cadaveric volatile compounds released by decaying pig carcasses (*Sus domesticus* L.) in different biotopes. **Forensic Science International** 189(1): 46-53.
- Dixon AFG. 2000. Adult foraging behavior. In: **Insect Predator–Prey Dynamics: Ladybird Beetles and Biological Control**. Cambridge University Press, New York. 357pp.
- Fischer ML, Krechemer FS. 2007. Interações predatórias entre *Pholcus phalangioides* (Fuesslin) (Araneae, Pholcidae) e *Loxosceles intermedia* Mello-Leitão (Araneae, Sicariidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 24 (2): 474–481.
- Geden CJ, Axtell RC. 1988. Predation by *Carcinops pumilio* (Coleoptera: Histeridae) and *Macrocheles muscaedomesticae* (Acarina: Macrochelidae) on the house fly (Diptera: Muscidae): functional response effects of temperature and availability of alternative prey. **Environmental Entomology** 17(4): 739-744.
- Goff ML. 1991. Comparison of insects species associated with decomposing remains recovered inside of dwellings and outdoors on the island of Oahu. **Journal of Forensic Science** 36: 748-753.

- Hanski I. 1986. Nutritional ecology of dung and carrion feeding insects. *In*: Slansky F, Rodriguez GJ (Eds.). **Nutritional ecology of insects, mites and spiders**. New York: John Wiley. 1016 pp.
- Hodek I. 1993. Habitat and food specificity in aphidophagous predators. **Biocontrol Science and Technology** 3(2): 91-100.
- Hodek I, Honek A. 1996. **Ecology of Coccinellidae**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers: 16-121.
- Horenstein MB, Linhares AX, Ferradas BR, García D. 2011. Decomposition and dipteran succession in pig carrion in central Argentina: ecological aspects and their importance in forensic science. **Medical and Veterinary Entomology** 24: 16-25.
- Keh B. 1985. Scope and applications of forensic entomology. **Annual Review of Entomology** 30: 137-54.
- Kelley ST, Farrell BD. 1998. Is specialization a dead end? The phylogeny of host use in *Dendroctonus* bark beetles (Scolytidae). **Evolution** 52(6): 1731-1743.
- Kontodimas DC, Eliopoulos PA, Stathas GJ, Economou LP. 2004. Comparative temperature-dependent development of *Nephus includens* (Kirsch) and *Nephus bisignatus* (Boheman) (Coleoptera: Coccinellidae) preying on *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae): evaluation of a linear and various nonlinear models using specific criteria. **Environmental Entomology** 33: 2-10.
- Kovarík PW, Caterino MS. 2001. Histeridae. *In*: Arnett RH, Thomas MC. (eds.) **American Beetles. Vol. 1: Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia**. CRC Press. 443 p.
- Kulshrestha P, Satpathy DK. 2001. Use of beetles in forensic entomology. **Forensic Science International** 120: 15-17.
- Liu TX, Stansly PA. 1999. Searching and Feeding Behavior of *Nephaspis oculatus* and *Delphastus catalinae* (Coleoptera: Coccinellidae), Predators of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). **Environmental Entomology** 28(5): 901-906.
- Matuszewski S, Szafałowicz M. 2013. Temperature - dependent appearance of forensically useful beetles on carcasses. **Forensic science international** 229(1): 92-99.
- Mazur S. 2005. **Ecology and habitats of Histeridae: Proceedings on taxonomy and faunistics of beetles (Coleoptera) dedicated to the 100th birthday of the Latvian entomologist Mihails Stiprajs (1905 - 1990)**. 29-36 p. Disponível: <http://www.museum.hokudai.ac.jp/exhibition/kikaku03/6sympoMazur.html> Acesso em 22 out 2012.

- Mise KM, Almeida LM, Moura MO. 2007. Levantamento da fauna de Coleoptera que habita a carcaça de *Sus scrofa* L., em Curitiba, Paraná. **Revista Brasileira de Entomologia** **51**(3): 358-368.
- Mise KM, Souza ASB, Campos CM, Keppler RLF, Almeida LA. 2010. Coleoptera associated with pig carcass exposed in a forest reserve, Manaus, Amazonas, Brazil. **Biota Neotropica** **10**: 321-324.
- Monteiro-Filho ELA, Penereiro JL. 1987. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do estado de São Paulo. *Brasil*. **Revista Brasileira de Biologia** **47**: 289-295.
- Moura MO, de Carvalho CJB, Monteiro-Filho ELA. 1997. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance in Curitiba, State of Paraná. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, **92**: 269-274.
- Nuorteva P. 1977. Sarcophagus insects as forensic indicators. **Forensic medicine: a study in trauma and environmental hazards. Vol. II**. W.B. Saunders Company 1072-1095 pp.
- Rodriguez WC, Bass WM. 1983. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in east Tennessee. **Journal of Forensic Sciences** **28**: 423-432.
- Salviano RJB, Mello RP, Beck RFS, Ferreira A. 1996. Calliphoridae (Diptera) associated with human corpses in Rio de Janeiro, Brazil. **Entomología y Vectores** **3**: 145-146.
- Samways MJ, Wilson SJ. 1988. Aspects of the feeding behavior of *Chilocorus nigritus* (F.) (Col., Coccinellidae) relative to its effectiveness as a biological control agent. **Journal of Applied Entomology** **106**: 177-182.
- Smith KGV. 1986. **A manual of Forensic Entomology**. Cornell Univ. Press Ithaca, NY, 205 pp.
- Souza AM, Linhares AX. 1997. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. **Medical and Veterinary Entomology** **11**(1): 8-12.
- Statheropoulos M, Agapiou A, Spiliopoulou C, Pallis GC, Sianos E. 2007. Environmental aspects of VOCs evolved in the early stages of human decomposition. **Science of the Total Environment** **385**: 221-227.
- Summerlin JW, Meola SM, Fincher GT, Roth J. 1991. Laboratory observations on the life cycle of *Phelister panamensis* leconte (Coleoptera: Histeridae) including scanning electron microscopy of the life stages. **Journal of Agriculture Entomology** **8**(3): 189-197.
- Vass AA. 2001. Beyond the grave- understanding human decomposition. **Microbiology today** (28): 190-193.

- Von Hoermann C, Ruther J, Reibe S, Madea B, Ayasse M. 2011. The importance of carcass volatiles as attractants for the hide beetle *Dermestes maculatus* (De Geer). **Forensic Science International** **212**: 173-179.
- Wasserman SL, Itagaki H. 2003. The olfactory responses of the antenna and maxillary palp of the fleshfly, *Neobellieria bullata* (Diptera: Sarcophagidae), and their sensitivity to blockage of nitric oxide synthase. **Journal of Insect Physiology** **49**: 271–280.
- White RE. 1983. Superfamily Histeroidea. In: White RE. (Eds.). **A field guide to the beetles of North America**. The Peterson field guide series 29. Boston: Houghton Mifflin Company. 368 pp.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados do presente estudo responderam a pergunta inicial indicando que temperatura afeta os aspectos do comportamento reprodutivo, ciclo de vida, consumo e comportamento de forrageamento. As hipóteses iniciais foram suportadas, tendo em vista que, tanto a frequência e duração do comportamento reprodutivo, o ciclo de vida, a longevidade quanto o consumo alimentar e a frequência do forrageamento foram comprometidos nas temperaturas extremas (10°C e 35°C). Já os aspectos relativos a duração do forrageamento confirmam a hipótese de que a temperatura não afeta a alimentação de *Euspilotus azureus*.

As informações gerais dos comportamentos exibidos sugerem que *E. azureus* apresenta um repertório comportamental conservativo em sua estrutura, mas adaptável à diversas temperaturas, especialmente quanto à predação de larvas e interações copulatórias. Tal comportamento é comum em espécies com hábitos generalistas.

Os dados do presente estudo são inéditos para Histeridae, sendo que além de enriquecer o conhecimento da história natural de *E. azureus*, tornam-se base para outros estudos forenses futuros, sendo fundamental para o conhecimento aprofundado dessa e de outras espécies de Histeridae que ocorrem em carcaça.